



Universidade de Aveiro
2015

Departamento de Economia, Gestão e
Engenharia Industrial

**João Pedro Tavares
Almeida**

**Aplicação de metodologias e ferramentas Lean no
processo produtivo da Heliflex, Tubos e Mangueiras,
S.A.**



Universidade de Aveiro
2015

Departamento de Economia, Gestão e
Engenharia Industrial

**João Pedro Tavares
Almeida**

**Aplicação de metodologias e ferramentas Lean no
processo produtivo da Heliflex, Tubos e Mangueiras,
S.A.**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva
professora auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à Universidade de Aveiro e ao DEGEI pelas excelentes condições oferecidas durante a minha formação, e em especial à minha orientadora, Professora Carina Pimentel, pela disponibilidade, apoio e confiança dada durante o desenvolvimento do projeto.

À Heliflex, Tubos e Mangueiras, S. A., pela oportunidade dada de realizar o estágio e de sentir de perto a realidade empresarial, e a todos os seus colaboradores. Um agradecimento especial ao Eng.º Alberto Marques pelo apoio prestado ao longo destes meses de estágio.

Dedico este trabalho a toda a minha família, pelo apoio e confiança prestada desde sempre, em especial ao meu pai, pelos conselhos dados e pela oportunidade de frequentar o Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro.

Quero também deixar um agradecimento a todas as pessoas, que demonstram amizade por mim, com quem partilhei experiências que resultaram no desenvolvimento de aptidões sociais e culturais e que me apoiaram ao longo destes anos de formação.

palavras-chave

Lean Thinking, *Value Stream Mapping*, redução de desperdício, ferramentas *Lean*

resumo

A competitividade existente atualmente resulta na necessidade constante de melhoria em todo o fluxo de valor de todas as organizações. Neste sentido, as organizações que continuam a praticar as mesmas filosofias de gestão até então praticadas, terão dificuldade em conseguir responder às necessidades cada vez mais exigentes dos consumidores e arriscando-se a serem ultrapassados pelos seus concorrentes. A busca constante pela redução de custos e o aumento da qualidade é o dia-a-dia das organizações de excelência.

Este trabalho é resultado de uma primeira abordagem na implementação de uma nova filosofia de gestão na Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A., o *Lean Thinking*. Esta filosofia de gestão assenta na otimização do processo de criação de valor com uma constante eliminação de desperdícios, na qual os colaboradores são considerados o recurso mais valioso para a organização. Para a implementação do *Lean Thinking*, as organizações recorrem sobretudo a metodologias e ferramentas *Lean*, desenvolvidas pela Toyota Motor Company e presentes no *Toyota Production System*.

O primeiro passo a realizar na implementação do *Lean Thinking* passa por identificar as fontes de desperdício existentes. A aplicação do *Value Stream Mapping* comprovou ser uma excelente ferramenta ao resultar na identificação de várias fontes de desperdício dentro da empresa em estudo. Perante isto, procedeu-se à implementação de outras ferramentas *Lean* capazes de eliminar as fontes de desperdício identificadas. A aplicação de 5S resultou numa melhor organização de alguns locais de trabalho e despertou nos colaboradores a necessidade de melhoria que a empresa apresenta. Com o *Single Minute Exchange of Die* conseguiu-se uma redução do tempo necessário para a realização de um tipo de mudança de ferramentas em três linhas produtivas. Desenvolveu-se um método para o registo do *Overall Equipment Effectiveness* e procedeu-se à sua análise, o que acabou por revelar a existência de um problema ao nível do controlo e gestão de um setor produtivo que origina baixa produtividade para a empresa. No presente relatório são ainda apresentadas ações de melhoria e instruções de trabalho padronizadas, realizadas ao longo deste trabalho.

A aplicação das ferramentas *Lean* não deve descurar o envolvimento e o desenvolvimento de todos os colaboradores numa organização. Isto porque é necessário garantir que a mudança cultural se verifique para o sucesso da implementação do *Lean Thinking*.

keywords

Lean Thinking, Value Stream Mapping, waste reduction, Lean tools

abstract

The competitiveness that currently exists results in a constant need for improvement throughout the value stream of all organizations. In this sense, organizations who continue to practice the same management philosophies heretofore practiced, will not be able to meet the increasingly demanding needs and risking to be overtaken by their competitors. The constant search for cost reduction and increased product quality is the daily basis for organizations of excellence.

This work is the result of a first approach in the implementation of a new management philosophy at Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A., the Lean Thinking. This management philosophy is based on the optimization of the value creation process. It seeks a constant elimination of waste, in which employees are considered the most valuable resource of the organization. For the implementation of Lean Thinking, organizations resort mostly to Lean methodologies and tools, developed by Toyota Motor Company and incorporated in the Toyota Production System

The first step to implement the Lean Thinking is the identification of the existing sources of waste. The application of Value Stream Mapping proved to be an excellent tool that resulted in the identification of the company's various sources of waste. Once identified the waste sources, were implemented other lean tools to minimize or eliminate them. The application 5S resulted in improved organization of workplaces and increased on the employees awareness of the company needs for immediate improvement. With Single-Minute Exchange of Die a reduction of the time needed for a change of tools in three production lines was achieved. It was developed a registration method for the Overall Equipment Effectiveness and was conducted an analysis of the registration made, which turned out to reveal the existence of a problem at the management and control level of a productive sector that causes a low productivity for the company. This report also presents improvement actions and standard work instructions developed throughout this work.

The application of Lean tools should not neglect the involvement and development of all employees in an organization. This is because we must ensure that cultural change is verified for the successful implementation of Lean Thinking.

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia Adotada	2
1.4. Estrutura do Relatório	2
Capítulo 2 – Abordagem ao Enquadramento Teórico	5
2.1. Produção <i>Lean</i> (<i>Lean Production</i>)	5
2.2. <i>Toyota Production System</i>	5
2.3. <i>Lean Thinking</i>	6
2.4. Conceitos <i>Lean</i>	7
2.4.1. Muda – Desperdício	7
2.4.2. Princípios <i>Lean</i>	8
2.5. Ferramentas e Metodologias <i>Lean</i>	9
2.5.1. <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	9
2.5.2. 5S	13
2.5.3. <i>Single Minute Exchange Of Die</i> (SMED)	17
2.5.4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)	20
2.5.5. Trabalho Standardizado (TS)	23
2.5.6. Estudo do movimento e do tempo	24
2.6. Pessoas <i>Lean</i>	27
Capítulo 3 – Estudo de Caso	31
3.1. Apresentação da empresa	31
3.1.1. História	31
3.1.2. Atividade económica	32
3.1.3. Missão	33
3.1.4. Valores	33
3.2. Descrição e caracterização do sistema produtivo da Empresa	33
3.3. Análise ao Setor Helivil	36
Capítulo 4 – Aplicação de Ferramentas e Metodologias <i>Lean</i> no Setor Helivil	39
4.1. <i>Value Stream Mapping</i>	39
4.1.1. Seleção do Produto	39
4.1.2. VSM – Estado Inicial	40
4.1.3. Pontos Críticos Identificados	48
4.1.4. Propostas de Soluções de Melhoria	50

4.2. Implementação 5S	53
4.2.1. Análise da Situação Inicial	53
4.2.2. Definição da situação futura.....	55
4.2.3. Definição e Implementação de ações 5S.....	55
4.3. <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	58
4.3.1. Operações Setup – situação atual	58
4.3.2. Operações Setup – situação futura	59
4.3.3. Implementação SMED	59
4.4. Indicador OEE	64
4.4.1. Indicadores de Produção – Situação atual	64
4.4.2. Indicadores de Produção – Situação Futura.....	65
4.4.3. Implementação do Indicador OEE	65
4.5. Kaizen no processo de extrusão	71
4.5.1. Kaizen no Enrolador.....	71
4.5.2. Kaizen na linha de extrusão.....	74
Capítulo 5 – Conclusões, Limitações e Trabalhos Futuros.....	77
Referências Bibliográficas	81
Anexos	85

Índice de Figuras

Figura 1- A casa do TPS (Liker, 2004)	6
Figura 2- Etapas do VSM (Rother e Shook, 1999)	10
Figura 3- Exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual (Quartermann e Snyder, 2007)	11
Figura 4- Exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro (Quartermann e Snyder, 2007)	12
Figura 5- Significado dos 5S (Hirano, 2009)	14
Figura 6- Exemplo de Red-Tag (Hirano, 2009)	15
Figura 7- Visão geral de arrumação visual usando a estratégia Signboard (Hirano, 2009)	15
Figura 8 – Representação do tempo de changeover (Kumar e Abuthakeer, 2012)	18
Figura 9- Elementos do OEE e perdas de equipamento relacionadas (adaptado de “The Productivity Development Team, 1999”)	22
Figura 10- Entrada das Instalações da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.	31
Figura 11- Organigrama Geral da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.	32
Figura 12- Exemplo de tubo em PVC flexível com espiral rígida	34
Figura 13- Exemplo de tubo flexível com fio poliéster	34
Figura 14- Esquema representativo do Sistema Produtivo	35
Figura 15- Esquema de uma Extrusora	36
Figura 16- Volume de Vendas Gama Casa-Jardim (€/ano) e (metros/Ano)	39
Figura 17- Produto Helijardim Gil/Costa Nova	40
Figura 18- VSM do estado atual do Setor Helivil	41
Figura 19- Silos com matéria-prima	42
Figura 20- Misturadoras e Granuladoras do Setor Misturas	43
Figura 21- Armazenamento de granulado proveniente do processo de mistura/granuladora	43
Figura 22- Área final de uma linha de extrusão	44
Figura 23- WIP armazenado à espera da aprovação da qualidade	46
Figura 24- Máquina de Embalar	46
Figura 25- VSM do estado futuro desejado	52
Figura 26- Gráfico estado inicial 5S do setor Helivil	54
Figura 27- Sessão 5S	55
Figura 28 - Ações 5S no carro de setup	56
Figura 29 - Ações 5S na ferramenta	57
Figura 30- Manual de Operações de SETUP - Helivil	62
Figura 31- Perdas do equipamento das linhas de extrusão na Heliflex relacionadas com os elementos do OEE ..	66
Figura 32- Tabela para registo de dados aquando finalizada uma ordem de fabrico ou no fim do turno e exemplo	67

Figura 33- Tabela com dados finais, resultante do preenchimento do formulário em Excel	67
Figura 34- Folha de cálculo com Resultados de OEE (exemplo).....	68
Figura 35- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registados na linha 17	68
Figura 36- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registados na linha 18.....	69
Figura 37- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registados na linha 19.....	69
Figura 38- Evolução do Fator Eficiência da linha 17	70
Figura 39- Evolução do Fator Eficiência da linha 18	70
Figura 40- Evolução do Fator Eficiência da linha 19	70
Figura 41 - Antes e Depois da implementação do Kaizen no Enrolador	73
Figura 42- Antes e Depois da implementação de kaizen na marcação	75
Figura 43- Antes e Depois da implementação de kaizen na zona da máquina de cintar	75

Índice de Tabelas

Tabela 1- Resultados esperados da aplicação do SMED baseados em Shingo (1985), adaptado de Moreira e Pais (2011).....	19
Tabela 2- Nível de Confiança – Valores de Z (Stevenson, 2005)	26
Tabela 3- Informações relevantes da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.....	32
Tabela 4- Distribuição dos Colaboradores por Turno.....	36
Tabela 5- Quantidades do primeiro ponto de armazenamento	42
Tabela 6- Quantidades do segundo ponto de armazenamento.....	44
Tabela 7- Valores obtidos pelo estudo de tempos no processo extrusão	45
Tabela 8- Valores obtidos pelo estudo de tempo no processo de embalagem	47
Tabela 9- Soluções de melhoria propostas.....	50
Tabela 10- Características das áreas 5S.....	53
Tabela 11- Resultados auditoria da situação inicial 5S.....	54
Tabela 15- Tempos de cada tarefa no processo de alteração do enrolador depois da implementação do kaizen	73
Tabela 16- Ganhos com o Kaizen na operação alteração do enrolador.....	74

Lista de Siglas e Acrónimos

5S	<i>Seiri – Seiton – Seiso – Seiketsu – Shitsuke</i>
CS	Chefe de Setor
CT	Chefe de Turno
EUA	Estados Unidos da América
JIT	<i>Just-in-Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PE	<i>Polietileno</i>
PP	<i>Polipropileno</i>
PVC	<i>Policloreto de Vinilo</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TS	Trabalho Standardizado
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Process</i>

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Contextualização

Perante a globalização, impulsionada pelos meios de transporte e de comunicação entre países, as organizações necessitam de quebrar paradigmas existentes adotando novas filosofias de liderança e de gestão por forma a se conseguirem destacar face à concorrência em mercados cada vez mais competitivos. Mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades que não acrescentam valor ao produto (Pinto, 2014), o que a leva à procura da eliminação destas atividades.

Neste contexto, surge a filosofia *Lean Thinking*, mundialmente aplicada em vários setores industriais e um dos mais bem-sucedidos paradigmas de gestão existentes. Isto porque o *Lean Thinking* consiste numa filosofia de gestão e de liderança que tem como objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor, através da identificação e eliminação de atividades sem valor acrescentado, tendo como apoio ferramentas e princípios de gestão que têm impacto tanto ao nível operacional como ao nível cultural dentro da organização (Womack e Jones, 2003).

A implementação desta filosofia surge associada à implementação de princípios como o *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka* (melhores práticas e trabalho standard), metodologias 5S e Kaizen (melhoria contínua), e de várias ferramentas, tais como: Value Stream Mapping (VSM); *Single Minute Exchange of Die* (SMED); *Standard Work*; *Total Productive Maintenance* (TPM); entres outras, todas elas focadas na eliminação do desperdício presente em todo o sistema produtivo.

Com isto dá-se a realização do presente projeto, desenvolvido na Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A., durante um período de 8 meses. Com o intuito de implementar a filosofia *Lean Thinking*, o VSM mostrou ser uma excelente ferramenta para uma primeira abordagem, ao permitir a identificação de várias fontes de desperdício e problemas associados, com a construção de um exemplo de um mapa do estado atual que caracteriza toda a empresa. Os resultados obtidos com o VSM, conjugados com os objetivos iniciais do projeto, serviram de ponto de partida para a implementação dentro da empresa de outras ferramentas e metodologias (5S, SMED, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Standard Work* e *Kaizen*), incidindo no setor com maior quantidade de desperdício identificada.

1.2. Objetivos

O principal objetivo deste projeto relaciona-se com a implementação de uma nova filosofia de gestão, o *Lean Thinking*, através da aplicação de ferramentas e princípios *Lean* na Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.. Trata-se de uma primeira abordagem a esta filosofia dentro da empresa e tem como objetivos específicos os seguintes pontos:

- Analisar todo o sistema produtivo e identificar oportunidades de melhoria;
- Melhorar as condições de trabalho para os operários;
- Incutir uma nova cultura organizacional de melhoria contínua;
- Normalizar procedimentos de trabalho e de *setup*;
- Reduzir tempos de *setup*;

- Reduzir o desperdício de material gerado pelo principal processo produtivo, extrusão;
- Aumentar a produtividade das linhas de extrusão.

1.3. Metodologia Adotada

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste projeto envolveu duas grandes fases distintas.

Na primeira fase foi realizada uma investigação que resultou numa introdução bibliográfica sobre os conceitos, princípios, metodologias e ferramentas associadas ao *Lean Thinking*. Esta fase de investigação terminou com a apresentação da empresa envolvida no presente projeto, a caracterização do seu sistema produtivo e a análise de um dos seus setores produtivos. Esta parte teve como objetivo fazer um enquadramento teórico de todas as questões relacionadas com a aplicação prática.

Na segunda fase, aplicação prática, utilizou-se uma metodologia de análise do estado atual com foco no estado futuro e implementação de ações. Esta metodologia foi utilizada na aplicação de todas as ferramentas presentes neste projeto e pode ser estruturada em três fases:

- Diagnóstico da situação atual: envolveu a análise do sistema produtivo, a observação empírica da produção com recolha de dados e informações no chão de fábrica, junto de todos os colaboradores. Com isto foram identificadas fontes de desperdício e potenciais oportunidades de melhoria que ajudaram na definição da situação futura a alcançar. Esta foi a fase que ocupou um maior tempo na realização do projeto;
- Definição da situação futura: durante esta fase foi definida a situação a alcançar com foco na eliminação dos problemas evidenciados durante o diagnóstico e nos objetivos iniciais do projeto. Nesta fase foram então propostas ações de melhoria a implementar no sistema produtivo;
- Implementação das ações definidas e análise dos resultados: depois de apresentadas as propostas de melhoria, procedeu-se à sua implementação com o objetivo de eliminar os problemas identificados e promover uma filosofia *Lean*. Por fim procedeu-se à análise dos resultados obtidos.

1.4. Estrutura do Relatório

O presente relatório está dividido nos seguintes 5 capítulos: (1.) Introdução; (2.) Abordagem ao Enquadramento Teórico; (3.) Caso de Estudo; (4.) Aplicação de Ferramentas e Metodologias *Lean* no Setor Helivil; (5.) Conclusões, Limitações e Trabalhos Futuros. Cada capítulo está dividido em secções que por sua vez estão subdivididas em subsecções.

No Capítulo 1 faz-se uma introdução ao projeto através da sua contextualização e apresentação dos objetivos, da metodologia utilizada e da sua estrutura.

No Capítulo 2 é apresentada ao leitor a análise bibliográfica para uma melhor compreensão de todos os temas envolvidos no presente projeto. A revisão bibliográfica criada vai abordar a origem do conceito *Lean*, a sua evolução, os princípios associados e as suas vantagens, assim como as principais ferramentas, metodologias e técnicas que servem de apoio à implementação da filosofia *Lean*. Foi abordado o VSM, 5S, SMED, OEE, *Standard Work*, e o estudo do movimento e do tempo. Por fim, são caracterizadas as 'Pessoas *Lean*' e a liderança necessária para a prática do *Lean Thinking*.

O Capítulo 3 diz respeito à apresentação do caso de estudo. Aqui procede-se à apresentação da empresa, à descrição e caracterização do seu sistema produtivo e a análise do setor onde foi realizado o presente trabalho, o setor Helivil. Na análise do setor é descrito o processo de extrusão envolvido no projeto e também descrita a gestão do chão de fábrica existente.

No Capítulo 4 procede-se ao desenvolvimento de metodologias e ferramentas *Lean* com vista à concretização dos objetivos propostos. Primeiro analisou-se o VSM, de onde surgiram propostas de melhoria. Propostas estas que foram em seguida desenvolvidas segundo a metodologia, descrita no ponto acima, para a fase de aplicação prática.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as Conclusões, Limitações e Propostas de Desenvolvimentos Futuros, resultantes do trabalho realizado.

Capítulo 2 – Abordagem ao enquadramento teórico

De forma a iniciar o desenvolvimento do presente projeto, foi importante fazer uma revisão bibliográfica, que serviu de apoio na perceção dos tópicos abordados no seguimento do mesmo. A referência bibliográfica aqui criada foca-se na introdução dos temas da Produção *Lean* e do *Lean Thinking* e é estendida aos conceitos, princípios associados e ferramentas associadas.

2.1. Produção *Lean* (*Lean Production*)

Depois da Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentava uma grande escassez de recursos humanos, financeiros e de materiais. A situação do setor automóvel era ainda mais precária uma vez que os EUA dominavam o mercado depois de Henry Ford revolucionar a produção com a sua linha de montagem, introduzindo um novo conceito de produção em massa. Perante isto, Toyoda Kiichiro, presidente da Toyota Motor Company concluiu: “Temos de alcançar a América em 3 anos. Caso contrário, a indústria automóvel Japonesa não irá sobreviver.” (Ohno, 1988). Kiichiro Toyoda, Shingo Shingo e Taiichi Ohno começaram então por estudar o sistema de produção em massa das empresas americanas e conjugando-o com o sistema de produção artesanal, usado antes da revolução industrial, desenvolveram um novo conceito de produção *Lean* assente na realidade económica Japonesa, que visava o aproveitamento, ao máximo, dos recursos existentes e tornar a produção mais eficiente (Womack et al., 1990; Liker, 2004).

2.2. Toyota Production System

Nasce assim o *Toyota Production System* (TPS) que não é puramente original nem totalmente imitação, mas essencialmente um sistema híbrido, entre o sistema de produção idealizado por Henry Ford e o sistema de produção artesanal (Fujimoto, 1999, p.50). Este sistema é resumido na casa do TPS (Figura 1), e foi concebido para fornecer as ferramentas e as soluções para que as pessoas que com ele trabalham possam melhorar continuamente o seu desempenho.

Ohno (1988) define a base do TPS como a eliminação absoluta de desperdício e descreve-o como um sistema projetado para o fluxo de produção contínua sustentado por dois princípios fundamentais: *Jidoka* e *Just-in-Time* (JIT).

JIT é uma filosofia de gestão aplicada à produção que envolve produzir os produtos certos, na quantidade certa, com a qualidade certa e no período de tempo e local certo (Cheng e Podolsky, 1996).

Segundo Monden (1983), o princípio *Jidoka* (autonomação) do TPS tem dois significados associados, o primeiro é a automação no sentido usual, que consiste em mudar de um processo manual para um processo automático, o segundo é o controlo automático de defeitos. Esta técnica permite detetar e corrigir defeitos de produção, ao incorporar mecanismos de deteção e de paragem da produção, forçando a atenção imediata para o problema de forma a perceber a causa e a desenvolver ações corretivas.

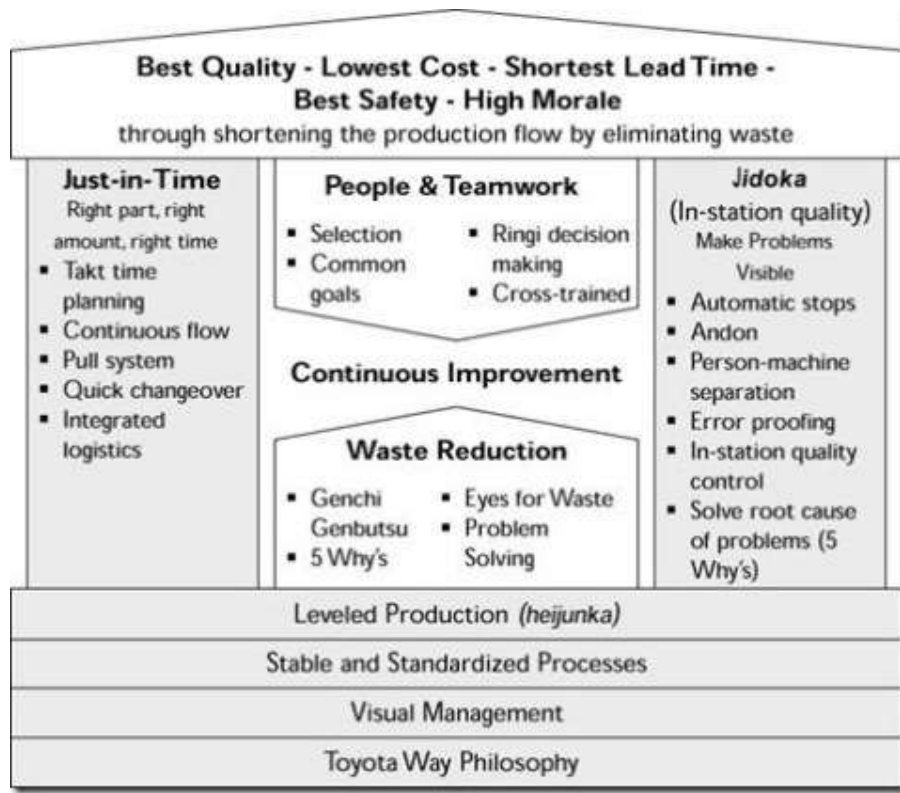


Figura 1- A casa do TPS (Liker, 2004)

Na base de todos os princípios, fundamentos, práticas e técnicas de produção do TPS existe a filosofia 'Toyota Way' centrada na ideia de que as pessoas que trabalham no TPS são o seu maior património. A Toyota destaca a importância de ensinar e desenvolver os operadores para o funcionamento de todo este sistema (Liker, 2004), tema abordado mais à frente na secção 2.6.

A obra 'The Machine that Changed the World' de Womack, Jones e Roos (1990) contribuiu para a disseminação deste novo conceito de *Lean Production* fora do Japão, levando muitas empresas norte-americanas de vários setores a introduzir práticas e princípios *Lean*, com o objetivo de atingir a redução dos custos de produção, embora muitas não tenham conseguido atingir o sucesso do TPS principalmente pelo facto de ignorarem o desenvolvimento da filosofia necessária e apenas aplicarem ferramentas práticas (Womack e Jones, 2003). No entanto vários estudos estão a ser feitos para perceber que fatores contextuais podem apresentar dificuldades na implementação do *Lean Production* (por ex. Shah e Ward, 2003).

2.3. Lean Thinking

No sentido de realçar a importância da filosofia necessária para o sucesso do *Lean Production*, Womack e Jones (2003) estenderam o TPS a um novo conceito *Lean Thinking* (pensamento magro), que tem também como objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Esta é uma nova

filosofia, de liderança e gestão empresarial, aplicada em todas as áreas de atividade económica levando ao sucesso das empresas o que corrobora a validade dos princípios e das soluções *Lean* (Pinto, 2014).

Para aplicar esta filosofia temos de reconhecer que apenas uma pequena fração do tempo total e do esforço de uma organização adiciona valor ao cliente. Após definido o valor de um produto ou serviço na perspetiva do cliente final, todas as atividades que não acrescentam valor (desperdício) devem ser identificadas e eliminadas gradualmente. Permitindo assim reduzir custos, dispor de um negócio mais rápido e flexível no mercado (Pinto, 2014).

Existe um conjunto de métodos e ferramentas que apoiam a implementação da filosofia *Lean Thinking* sendo as mais utilizadas as seguintes: *Value Stream Mapping* (VSM), *Single-minute Exchange of die* (SMED), *pull system*, a prática dos 5S, sistema de controlo *Kanban*, diagrama de causa-efeito, processos uniformizados, gestão visual, entre outras (Pinto, 2014).

2.4. Conceitos *Lean*

2.4.1. Muda – Desperdício

Muda é uma palavra Japonesa que significa desperdício, ou seja, representa qualquer atividade humana que absorve recursos e não cria qualquer valor (Womack e Jones, 2003). Num mercado competitivo, onde o preço do produto é praticamente fixo, como o lucro representa a diferença entre o valor das vendas e o custo de produção, este será função da redução do desperdício (Shingo, 1989) e sendo o maior fundamento do *Lean Thinking* a eliminação do desperdício é importante perceber os sete tipos de desperdício identificados pela Toyota (Liker e Meier, 2006):

1. Produção em excesso – Produção em maiores quantidades ou mais cedo do que o necessário pelo cliente. Ohno (1988) considera a produção em excesso como o principal tipo de desperdício uma vez que este origina excesso de *stock*, aumento da necessidade de mão-de-obra, espaço de armazenamento e transporte;
2. Tempo de Espera – Diz respeito ao tempo que uma máquina ou trabalhador estão parados por alguma razão, tais como: falta de trabalho por atrasos no processo anterior; avarias; trocas de ferramenta; entre outras;
3. Transporte – Transporte de *work-in-process* (WIP) entre processos e/ou da zona de armazenamento, transporte de materiais, peças, ferramentas e produto acabado;
4. Processamento em excesso ou incorreto – Originado pelo *design* do produto, métodos e ferramentas inadequadas, fazendo com que haja movimentação desnecessária e produção de defeitos. A produção de produtos com maior qualidade que a necessária também é aqui entendida como desperdício;
5. Excesso de Stock – Tanto de matéria-prima, de WIP ou de produtos acabados, o excesso de *stock* causa maiores custos de transporte, armazenagem, produtos danificados e obsolescência. Para

além disso, esconde problemas que possam existir na organização tais como atrasos nas entregas, defeitos, tempos de inatividade do equipamento e *setups longos*;

6. Movimento desnecessário – Qualquer movimento que o operador tenha que efetuar durante a produção e que não agregue valor algum, como por exemplo: procurar ou arrumar peças, ferramentas, material, etc...;
7. Defeitos – Toda a produção de peças defeituosas bem como a sua correção ou substituição, e inspeção é significado de desperdício;

Liker e Meier (2006) apresentam um oitavo tipo de desperdício que diz respeito à não utilização da criatividade do funcionário, por não haver envolvimento com o mesmo e não saber ouvir, levando à perda de potenciais ideias, habilidades e oportunidades de melhoria.

2.4.2. Princípios *Lean*

Womack e Jones (2003) apresentam o *Lean Thinking* como o antídoto para combater o desperdício e que permite às empresas uma forma de especificar o valor, alinhar ações de criação de valor na melhor sequência, realizá-las sem interrupção quando solicitadas e executá-las mais vezes e com mais eficiência. Para isso, os mesmos autores associam cinco princípios que servem de suporte na implementação desta filosofia, sendo eles:

Especificação de valor – É o ponto de partida fundamental para a filosofia *Lean* na medida em que nos proporciona a definição do que é necessário para satisfazer a necessidade do consumidor. Valor é definido pelos autores como a capacidade oferecida ao cliente no momento certo e ao preço certo conforme definido pelo consumidor e é expresso em termos de um produto específico. A premissa é de que valor é a compensação que recebemos em troca do que pagamos mas, valor é mais do que isso, é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo (Pinto, 2014);

Cadeia de Valor (*value stream*) – É o conjunto de todas as ações específicas necessárias para proporcionar um produto específico, englobando três atividades críticas em qualquer negócio: a resolução de problemas (desde a concepção até à entrega); a gestão de toda a informação; e toda a sua transformação física. A identificação do fluxo de valor em toda a cadeia é então o segundo passo na implementação da filosofia *Lean* uma vez que esta expõe todas as fontes de desperdício para sua posterior eliminação e, segundo Womack e Jones (2003), normalmente mostra três tipos de ações:

Valor Agregado: Atividades que geram o valor especificado;

Muda Tipo 1: Atividades que não criam valor mas necessárias, dada a situação atual;

Muda Tipo 2: Atividades que não criam qualquer valor e dispensáveis.

Fluxo – Depois de especificado o valor e mapeada a cadeia de valor do produto específico passa-se ao estabelecimento de um fluxo contínuo, definido como a realização progressiva de todas as atividades ao longo da cadeia de valor do produto. Este princípio tem como objetivo a redução de tempos de espera e de *stock*, recursos consumidos ou erros de processamento;

Sistema Pull – O quarto princípio diz respeito à implementação de um sistema pull no fluxo de valor, tratando-se de um sistema de produção em cascata com pedidos de entrega de jusante para montante, em que nada é produzido pelo fornecedor a montante até que o seu cliente mostre uma necessidade. No fundo permite deixar o cliente ‘puxar’ a produção, evitando acumulação de *stocks* e garantindo a entrega do produto na quantidade e altura certa, sendo este o principal fundamento do JIT, o qual representa um pilar do TPS.

Perfeição – Com os quatro princípios descritos acima implementados, a filosofia *Lean* impõe a busca pela perfeição no combate ao desperdício. Este princípio assenta na completa eliminação de desperdício para que todas as atividades ao longo do fluxo de valor criem apenas valor, e tem como objetivo criar um ambiente de insatisfação em busca da melhoria constante.

2.5. Ferramentas e Metodologias *Lean*

2.5.1. Value Stream Mapping (VSM)

A ferramenta VSM foi utilizada pelo TPS, na implementação de sistemas *Lean*, como uma forma de estabelecer fluxo na produção, eliminando resíduos e agregando valor, assente em três tipos de fluxos: material, informação e pessoas/processos (Rother e Shook, 1999). Mike Rother e John Shook deram relevo a esta ferramenta em “*Learning to see*” (1999) ao descrevê-la como a melhor e mais simples forma de identificar o valor e especialmente as fontes de desperdício dentro de uma organização.

Segundo os mesmos autores, o VSM é uma ferramenta de papel e lápis que ajuda a compreender o fluxo de materiais e informação ao longo do fluxo de valor de um dado produto, desde o cliente ao fornecedor, tratando-se de uma representação visual de todo o processo produtivo, construída através de símbolos (Anexo A).

Para Liker e Meier (2006) o VSM é muito mais do que uma boa ferramenta para identificar o desperdício. Trata-se de uma filosofia para abordar a melhoria, dentro de uma organização, uma vez que primeiro é analisado todo o fluxo antes de passarmos à melhoria dos processos individualmente, que no fundo serve para apoiar o fluxo de valor. Para estes autores, os mapas fornecem também uma “linguagem comum” servindo de roteiro ao indicar a direção a tomar no processo de melhoria e implementação de novos conceitos.

Rother e Shook (1999) identificam algumas características que tornam esta ferramenta essencial na percepção do valor e identificação das fontes de desperdício:

- Visualização do processo produtivo porta-a-porta, isto é, processo a processo;
- Ajuda a ver para além do desperdício, ou seja, as suas fontes;
- Fornece uma linguagem comum na análise de cada processo;
- Envolve conceitos e técnicas *Lean*;
- Identifica a ligação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais;
- Estimula a discussão sobre o fluxo, permitindo tomadas de decisão e formando uma base para a implementação *Lean*;

A abordagem VSM deve seguir uma determinada sequência de etapas apresentadas em seguida:

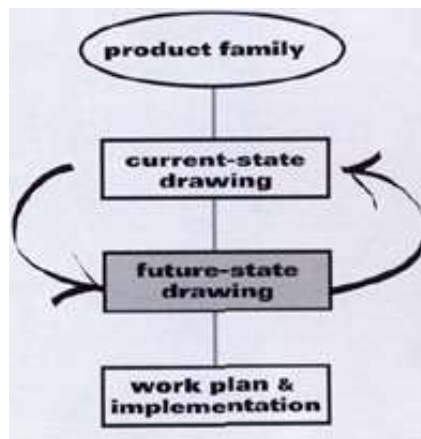


Figura 2- Etapas do VSM (Rother e Shook, 1999)

Como se pode verificar na figura 2, a primeira etapa consiste na identificação e seleção do produto ou família de produtos (grupo de produtos que passam por processos semelhantes e equipamentos comuns) que se pretende analisar e implementar melhorias. Concluída a primeira etapa, passa-se à representação do estado atual (figura 3) de todo o processo produtivo, é desenhado todo o fluxo de informação na parte superior da direita para a esquerda, o fluxo de materiais é desenhado da esquerda para a direita na parte inferior e os processos são representados e descritos através de determinados dados recolhidos, como por exemplo (Rother e Shook, 1999):

- Tempo de Ciclo (C/T – *cycle time*), tempo que decorre entre o momento em que um produto sai de um dado processo até ao momento em que sai o próximo produto desse mesmo processo;
- Tempo de Mudança (C/O – *changeover time*), tempo necessário na mudança de ferramenta para alterar a produção de um tipo de produto para outro;
- *Uptime*, tempo de disponibilidade do equipamento;
- EPE (“*Every Part Every ___*”), frequência de mudança no processo para produzir os diferentes tipos de produtos;
- Número de operadores;
- Número de variações de produto;
- Tamanho do lote;
- Tempo de trabalho;
- Percentagem de material com defeito produzido.

Entre cada processo existem pontos de acumulação de inventário, sendo importante a sua quantificação no desenho do mapa do estado atual. O VSM fornece-nos medidores de desempenho da cadeia de valor, que devem ser representados na linha de tempo (*timeline*): tempos de processo (o tempo necessário para transformar o produto em todo o processo), tempo de agregação de valor (tempo do processo em que é realmente agregado valor ao produto) e tempos de espera parciais e

total (*lead time*¹). Sendo o *lead time* (em dias) para cada ponto de inventário calculado dividindo a quantidade de inventário pela procura diária do cliente (Rother e Shook, 1999).

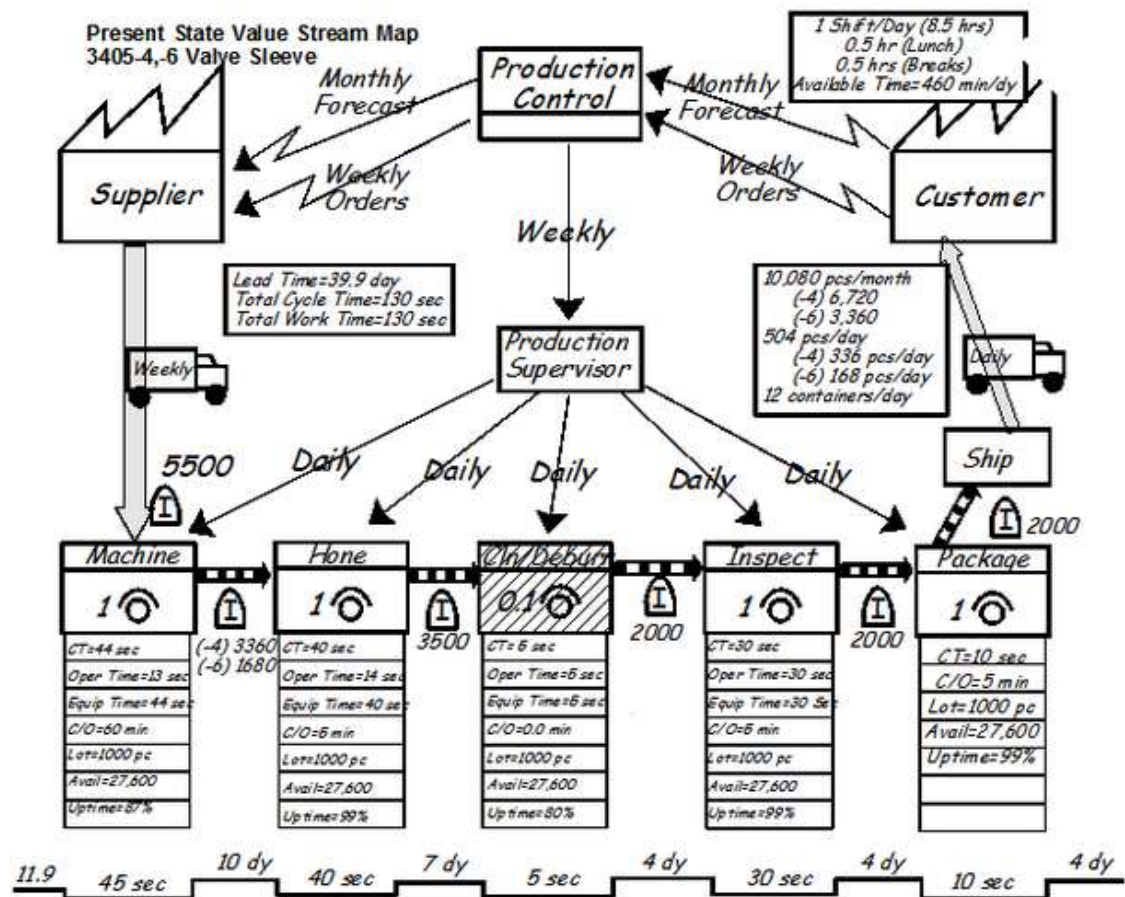


Figura 3- Exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual (Quartermann e Snyder, 2007)

Na etapa seguinte é feita uma análise ao estado atual para se proceder à definição do estado futuro ou estado 'ideal' (figura 4), com o principal objetivo da abordagem VSM sempre presente: realçar fontes de desperdício e eliminá-las. Para isso Rother e Shook (1999) identificam algumas questões que poderão fazer parte dessa análise, como suporte para a construção do mapa do estado futuro, sendo elas:

- Qual é o *Takt Time*? – O *takt time* diz respeito ao ritmo de produção necessário para satisfazer a procura, baseado no tempo de trabalho disponível;
- Vamos produzir para armazém ou diretamente para o cliente?
- Onde se pode usar fluxo contínuo?
- Onde usar supermercados pull?
- Em que ponto deve ser planeada a produção?
- Como nivelar o mix de produtos?
- Que quantidade de produto deverá ser produzida?

¹ **Lead Time Total**- tempo que decorre entre a data em que uma encomenda é colocada e a data da sua entrega ao comprador ou cliente.

na aquisição de stents endovasculares apenas 2 agregavam valor sendo que dos restantes, 5 eram atividades que não agregavam valor ao processo principal e completamente desnecessárias. Já Heinze et al. (2015) avaliaram o efeito de *colocation*² no processo de desenvolvimento de novos medicamentos utilizando o VSM. Ao compararem uma equipa onde foi aplicada a abordagem VSM com outra em que tal não aconteceu, os autores não conseguiram associar um aumento no processo de desenvolvimento, mas no entanto concluíram que as oficinas VSM reforçaram a comunicação e cooperação através da discussão, melhorou a compreensão mútua e o espírito criativo e revelou indicadores de desempenho acerca do *colocation*.

O VSM mostra também ser uma boa ferramenta no redesenho de linhas de fluxo desconectadas em ambientes de produção com uma grande diversidade de problemas logísticos, apesar de se identificar diferenças entre os conceitos teóricos propostos pelo VSM e as aplicações no mundo real (Serrano et al., 2008).

Singh et al. (2010) para além de caracterizarem a literatura sobre VSM disponível em trabalho conceptual, trabalho empírico/modelagem, estudos de caso e artigos de pesquisa, realizaram um estudo de caso numa pequena indústria Indiana de produção de diversos componentes utilizados na manutenção de comboios. Depois de selecionado um produto específico os autores conseguiram, através da aplicação do VSM, a redução de vários indicadores: 80,09% do trabalho no processo de armazenagem; 50% de *stock* de produto acabado; 82,12% do *lead time*; 3,75% do tempo de ciclo; 6,75% de mudança de produção e 16,66% de mão-de-obra necessária. Singh et al. (2010) identificam ainda algumas áreas que necessitam de uma análise mais profunda, tais como: a necessidade de discutir a análise custo-benefício das alterações propostas no mapa do estado futuro; a necessidade de desenvolver mais estudos da aplicação do VSM na área da gestão de fornecedores; analisar o fator humano nas mudanças feitas no estado atual durante a execução do VSM e a comparação desta ferramenta com outra ferramenta de redução de desperdícios.

Apesar de se perceber a capacidade desta ferramenta, os estudos feitos identificam algumas lacunas da aplicação do VSM, pelo que existem vários autores que apresentam extensões do VSM para colmatar essas lacunas. Womack e Jones (2011) criaram uma nova ferramenta, *Extended Value Stream Mapping* (EVSM), assente no mesmo conceito do VSM, mapeamento “porta-a-porta”, mas num nível mais elevado ao ilustrar o fluxo de material e informação de toda a cadeia de abastecimento.

Uma desvantagem do VSM também identificada é a sua visão estática, levando a abordagem para a área da simulação, que em processos onde o fluxo não seja homogéneo, onde existam diferentes tempos de mudança e diferentes níveis de *stock*, a simulação permite criar vários cenários para o estado futuro e obter outras respostas que o VSM não consegue dar (McDonald et al., 2002).

2.5.2. 5S

Para Pinto (2014) a implementação dos 5S é a primeira abordagem a ser feita na implementação de ferramentas *Lean*, e assenta na manutenção das condições ótimas do local de trabalho procurando de imediato e de uma forma simples reduzir parte do desperdício e melhorar o desempenho dos colaboradores. O conceito 5S nasceu no Japão na década de 90 e é explicado a partir de duas

² **Colocation** – Conceito referente à capacidade de interação entre os membros de diferentes departamentos, com diferentes funções e de diferentes disciplinas. Interação pode-se referir à comunicação ou colaboração.

perspetivas: “como uma filosofia ou caminho a seguir” (Osada, 1991) e “como uma técnica ou ferramenta” (Hirano, 1996) (citado por Kobayashi et al., 2008). No que diz respeito à metodologia em si, os 5S têm origem em cinco palavras Japonesas com a seguinte tradução (Pinto, 2014):

1. Seiri (Organização);
2. Seiton (Arrumação);
3. Seiso (Limpeza);
4. Seiketsu (Normalização);
5. Shitsuke (Disciplina).

Cada palavra representa uma etapa da metodologia que deve ser seguida na implementação dos 5S, apresentada na figura 5.

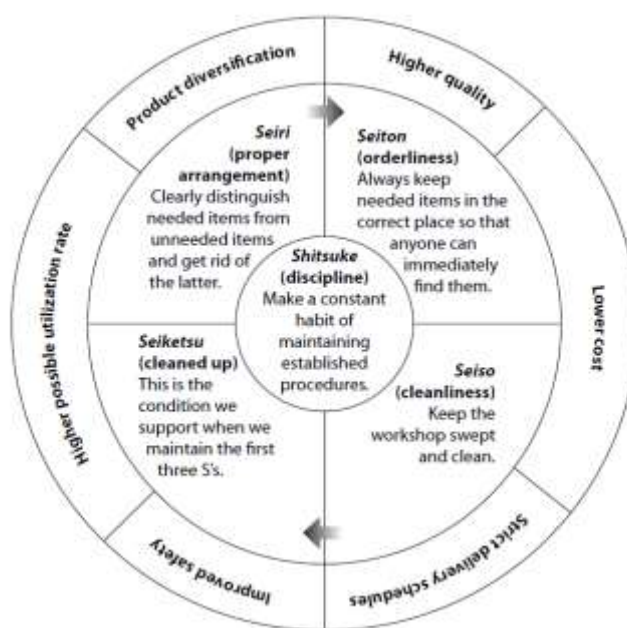


Figura 5- Significado dos 5S (Hirano, 2009)

1. Organização:

Esta etapa consiste em separar o útil do inútil, identificando as coisas desnecessárias no posto de trabalho (Pinto, 2014). Quase todas as fábricas contêm mais material do que o necessário para a sua produção, que tende a obstruir as tarefas diárias, levando a uma menor eficiência e à criação de desperdício (Hirano, 2009). Para esta etapa, Hirano (2009) sugere que seja utilizada a estratégia do *Red Tag* (Figura 6). Esta estratégia tem como objetivo marcar com um *Red-Tag* todo o material desnecessário e torna-se num importante instrumento pelo impacto visual criado junto dos colaboradores (Hirano, 2009).

RED TAG			
Category	1. Equipment 2. Jigs and tools 3. Measuring instruments 4. Materials 5. Parts 6. In process inventory 7. Quasi products 8. Finished products 9. Quasi materials 10. Office products 11. Paper, pens, etc.		
Item name			
Manufacturing No.			
Quantity	Units	Value	\$
Reason	1. Not needed 2. Defective 3. Not used again 4. Scrap material 5. Use known 6. Other		
Disposed by	Department / Division / Section		
Disposed method	1. Discard 2. Return 3. Move to red-tag storage site 4. Move to separate storage site 5. Other		Disposed complete (signature)
Today's date	Posting date	Disposal date	
Red-tag file number			

Figura 6- Exemplo de Red-Tag (Hirano, 2009)

2. Arrumação:

O próximo passo tem como objetivo arrumar todo o material necessário para que qualquer pessoa consiga saber onde o material está, ter fácil acesso a este e voltar a arrumá-lo (Hirano, 2009). Passa então por definir um local para cada material, verificar que está no seu local, colocar mais acessível o material mais usado, colocar etiquetas de identificação (ajudas visuais) no material e no respetivo local de arrumo (Pinto, 2014). A estratégia *Signboard* é uma ferramenta que poderá ser utilizada nesta etapa tornando o processo de arrumação mais visível (Figura 7).

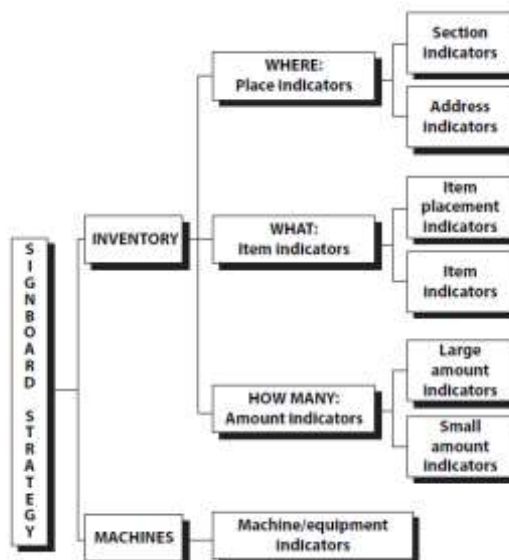


Figura 7- Visão geral de arrumação visual usando a estratégia Signboard (Hirano, 2009)

3. Limpeza:

Esta etapa, como o nome indica, não é mais do que um processo de limpeza e manutenção dessa limpeza. Para isso é necessário realizar tarefas de limpeza diariamente e, de modo a reduzir a carga de trabalho dessas tarefas, identificar as fontes de sujidade e encontrar formas de a prevenir (Hirano, 2009). O mesmo autor identifica os principais alvos de melhoria na prevenção de sujidade as máquinas de corte e perfuração e fugas de óleo.

4. Normalização:

Depois de implementados os três primeiros S's, é importante garantir que estes serão mantidos fornecendo os meios necessários (Hirano, 2009). Nesta etapa procede-se à definição de uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho, à identificação das ajudas visuais, procedimentos e normas de arrumação/limpeza e à replicação das normas por toda a fábrica (Pinto, 2014).

5. Disciplina:

Disciplina é visto como o mais importante dos 5S e que significa tornar um hábito constante a manutenção adequada dos procedimentos implementados anteriormente. É necessário que os chefes de fábrica e os gestores de topo tenham a capacidade e consciência de semear os novos hábitos criados para que os benefícios da implementação do 5S sejam obtidos (Hirano, 2009). Para isso, os gestores recorrem a algumas ferramentas de forma a avaliar e ajudar na implementação da disciplina, tais como: *Checklists*; quadros informativos do estado dos 5S e com fotografias de bons e maus exemplos observados na fábrica; *posters* 5S; entre outras (Hirano, 2009).

A implementação desta metodologia tem como objetivo principal garantir a manutenção das condições ótimas do local de trabalho, como referido anteriormente, mas os seus benefícios representam muito mais que isso. Hirano (2009) apresenta 8 tipos de benefícios originados pela implementação dos 5S:

- Zero Desperdício – levando a menores custos e maior capacidade;
- Zero Acidentes – a manutenção do equipamento e a deposição do material num local definido levam a uma melhoria da segurança dentro da fábrica;
- Zero Avarias – ao manter o equipamento limpo é mais fácil verificar como este está a funcionar;
- Zero Defeitos – um local de trabalho organizado, arrumado e mais limpo torna os trabalhadores mais conscientes de como a produção está em termos de qualidade;
- Zero Trocas – com a arrumação e limpeza correta da ferramenta o desperdício de tempo à procura da mesma é eliminado;
- Zero Atrasos – Uma vez eliminada a produção de defeitos, os prazos de entrega são mais confiáveis;

- Zero Desconfiança – empresas que praticam o 5S tendem a ganhar mais respeito e confiança.

Foram encontrados alguns estudos feitos sobre a prática dos 5S. Jaca et al. (2014) desenvolveram um estudo onde exploram as práticas de gestão adotadas por alguns dos fabricantes localizados no sul do Japão e a sua relação com os 5S. Visitaram e realizaram entrevistas em cinco fábricas e perceberam que os princípios do 5S estão presentes nos valores Japoneses tais como, respeito mútuo, lealdade, trabalho em equipa e desenvolvimento profissional. Ainda assim, os autores concluem que esses valores podem ser adotados em diferentes países através da aplicação de princípios e práticas observadas pelos mesmos durante a pesquisa. A criação de uma equipa *Kaizen*, o desenvolvimento da carreira através de programas de formação, o respeito e cuidado para com o conforto e segurança dos colaboradores e o estabelecimento de regras mostram ser práticas que poderão facilitar a implementação dos 5S.

Já Bayo-Moriones et al. (2010) apresentam um estudo onde exploram a relação entre o uso de 5S, fatores contextuais (estruturas da empresa, ambiente, recursos humanos, tecnologia e gestão da qualidade) e o desempenho da organização (produtividade, qualidade, satisfação dos funcionários, tempo de espera e design de novos produtos). Para tal realizaram um inquérito, através de um questionário, a 203 empresas Espanholas. Os resultados obtidos mostram que há uma relação positiva entre a prática de 5S e alguns fatores contextuais, tais como o tamanho e integração da estrutura num grupo multinacional, que poderá ser explicado pela maior disponibilidade de todos os tipos de recursos e informações. Um melhor desempenho em termos de produtividade e qualidade também é revelado apesar dos resultados também indicarem a existência de certos fatores que podem afetar a implementação dos 5S.

Numa perspetiva mais prática, Gupta e Kumar (2015) realizaram um trabalho de implementação de 5S numa organização de produção de instrumentos científicos. A abordagem adotada seguiu a rigor a metodologia 5S e através da análise comparativa entre o estado inicial e o estado posterior foi possível verificar que o tempo despendido na procura de ferramenta no chão de fábrica diminuiu de 30 para 5 minutos. Os 5S mostraram então ser uma ferramenta poderosa e possível de ser implementada em várias indústrias bem como em todas as estações de trabalho de uma organização.

Corroborando a aplicabilidade das metodologias *Lean*, Waldhausen et al. (2010) utilizaram métodos baseados no TPS para tentar reduzir a variabilidade no atendimento aos pacientes num ambiente de cirurgia pediátrica ambulatoria e melhorar a experiência dos mesmos. Depois de realizarem dois *workshops* de melhoria rápida de processos e implementarem 5S nas salas de exame, conseguiram reduzir a variabilidade desnecessária, reduzir o número de etapas no processo de valor e aumentar a disponibilidade por parte do prestador do serviço para dar atenção aos pacientes. Os autores acreditam que as metodologias *Lean* têm várias implicações para os sistemas de cuidados de saúde e podem ser utilizadas com sucesso na melhoria do cuidado dado ao paciente, na qualidade e na segurança.

2.5.3. Single Minute Exchange Of Die (SMED)

Os tempos de *setup*, também conhecidos como tempos de *changeover*, podem ser definidos como a quantidade de tempo necessária para mudar de um tipo de produção para outro, considerando a última peça em conformidade fabricada no lote anterior até à primeira peça em conformidade produzida no lote seguinte (Fig. 8). No passado estes tempos eram vistos como necessariamente longos.

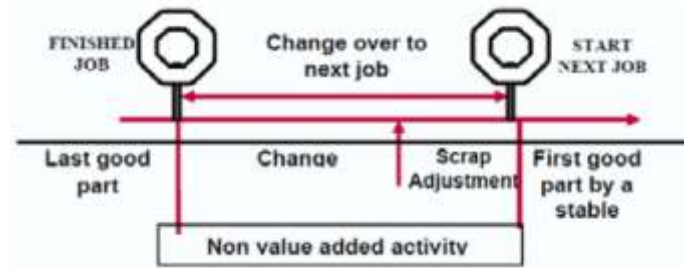


Figura 8 – Representação do tempo de changeover (Kumar e Abuthakeer, 2012)

Shigeo Shingo, consultor em várias empresas durante as décadas de 50 e 60, teve a capacidade de alterar o paradigma relativo a estes tempos e desenvolveu a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*), uma técnica para a mudança rápida de ferramentas, em que acreditava ser o método mais eficiente para atingir a produção *Just-in-Time* e que pode ser aplicado a qualquer tipo de processo e máquina (Shingo, 1985). A metodologia foi apresentada por Shigeo Shingo em 1985 com a obra '*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*' e desenvolvida em três fases distintas.

A primeira fase ocorreu em 1950 na empresa Toyo Kogyo's Mazda em Hiroshima durante um estudo efetuado por Shingo para melhorar a eficiência das prensas existentes na fábrica. Ao perceber que uma simples falta de um parafuso durante a troca da matriz de uma das prensas consumiu uma hora e meia para solucionar o problema, Shingo considera que as atividades de *setup* podem ser definidas como:

- Atividades de *setup* interno – aquelas que ocorrem com a máquina parada;
- Atividades de *setup* externo – aquelas que podem ser executadas com a máquina em funcionamento.

Mais tarde, em 1957 ao desenvolver um estudo na Mitsubishi Heavy Industries para aumentar a capacidade produtiva de uma mesa de nivelamento usada para fazer as marcações para a usinagem dos motores a *diesel*, Shingo converte pela primeira vez uma atividade de *setup* interno em externo ao criar uma mesa auxiliar de forma a efetuar a operação de configuração com a máquina ainda em execução. Esta abordagem resultou num aumento de produtividade de 40%.

Finalmente em 1969, foi desenvolvido o conceito de SMED na íntegra. Num trabalho requisitado pela Toyota Motors Company, Shingo tinha como missão reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1000 toneladas que demorava 4 horas, mais 2 horas do que na Volkswagen num processo idêntico. Primeiro, Shingo ao separar as atividades de *setup* internas e externas e a melhorar cada uma delas, conseguiu reduzir o tempo para 1,5h. Em seguida, ao converter as atividades de *setup* interno em externo tal como fez na Mitsubishi, o *setup* passou a ser realizado em 3 minutos.

Com estes três trabalhos realizados, Shingo cria então o conceito de SMED na esperança de que qualquer *setup* pudesse ser realizado em menos de 10 minutos que, para tal, deverá seguir 4 fases concetuais (Shingo, 1985):

- **Estágio Preliminar** – Identificação e descrição de todas as atividades realizadas durante o *setup*. Para esta fase, Shingo identifica a filmagem de todo o *setup* como o melhor método a ser utilizado, apesar de identificar as entrevistas aos operários, a amostragem de trabalho e a análise contínua da produção com um cronómetro como métodos auxiliares para esta primeira fase;

- **Estágio 1** – Separar as atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo. Aqui, Shingo sugere a criação de um *checklist* onde estão incluídas todas as atividades realizadas e as ferramentas necessárias durante a operação de forma a verificar a existência de erros no modo operatório;
- **Estágio 2** – Transformar as atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo, através da preparação prévia das mudanças, normalização de funções, uso de apertos auxiliares, entre outros.
- **Estágio 3** - Melhoria sistemática de todas as atividades de *setup*. A execução de atividades paralelas, o uso de apertos funcionais, a eliminação de ajustes e automatização são exemplos de técnicas usadas nesta última fase (McIntosh et al., 2007).

Em suma, o SMED consiste em ações concertadas de melhoria, resultado do trabalho em equipa, que visam a sistemática redução dos tempos e das atividades de mudança e/ou ajuste, com o propósito de maximizar a utilização dos meios e aumentar a flexibilidade dos processos tornando mais eficiente a resposta às solicitações impostas pelos clientes que cada vez mais pretendem uma significativa diversidade de produtos (Pinto, 2014).

A metodologia SMED, quando aplicada, cria vantagens para a empresa sendo a mais visível a redução do tempo de *setup*. Daí advêm diversas vantagens ao nível das entregas, qualidade e da produtividade (Shingo, 1985). Moreira e Pais (2011) enumeram alguns benefícios diretos e indiretos, presentes na tabela 1, baseados em Shingo (1985):

Tabela 1- Resultados esperados da aplicação do SMED baseados em Shingo (1985), adaptado de Moreira e Pais (2011)

Benefícios Diretos
Redução do tempo de mudança de ferramenta
Redução do tempo gasto no ajuste
Menos erros durante a mudança de ferramenta
Maior segurança
Benefícios Indiretos
Redução do inventário
Maior flexibilidade de produção
Racionalização dos instrumentos

Alguns estudos têm sido recentemente publicados relativamente à aplicação desta metodologia em diferentes áreas da indústria. Kumar e Abuthakeer (2012) realizaram um estudo para reduzir o tempo de inatividade de uma prensa Fagor, durante a operação de instalação e configuração, de forma a aumentar a flexibilidade do sistema de fabrico de chapas para evaporadores de carros. Ao implementar a metodologia SMED, os autores conseguiram uma redução do tempo necessário para a mudança de ferramenta e configuração de 28 minutos (40-12 min.) e um aumento de produtividade de 5.800 peças (92.200-98.080 peças). Para além dos resultados alcançados, a implementação do SMED levou a uma resposta mais rápida à procura dos clientes, aumentou a motivação dos trabalhadores e melhorou a

segurança e saúde dos mesmos. Moreira e Pais (2011) num estudo realizado numa empresa de moldes no norte de Portugal conseguiram uma poupança de 360.000€ por ano, ao eliminar desperdício e atividades de valor não-agregado, com a implementação de técnicas SMED. A implementação da metodologia com foco na simples inovação dos processos, com a separação das atividades de *setup* internas e externas e a conversão das atividades de *setup* internas em externas, provou ser dos principais motores para a melhoria da produtividade ao diminuir o tempo destinado ao *setup*, de três grupos de máquinas, de: 360-195 minutos; 534-350 minutos; e 125-83 minutos.

Apesar dos benefícios comprovados por vezes a aplicação do SMED implica a existência de determinadas práticas e filosofias dentro da organização. Moxham e Greatbanks (2001) desenvolveram um modelo de pré-requisitos (SMED-ZERO) vitais para o sucesso da implementação do SMED num estudo feito na indústria têxtil. Esses pré-requisitos incluem: o trabalho em equipa e comunicação, controlo visual, medição de desempenho e melhoria contínua.

2.5.4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

A maioria das empresas nos dias de hoje utilizam máquinas para agregar valor aos seus produtos e para agregar tal valor de forma eficaz e com o mínimo de desperdício possível é importante que os equipamentos operem de eficazmente. O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma medida que mostra a eficácia do equipamento de produção (The Productivity Development Team, 1999).

O OEE foi apresentado pela primeira vez por Seiichi Nakajima, em 1988 no seu livro '*Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*' e teve origem na abordagem TPM (*Total Productive Maintenance*), parte integrante do TPS, usada por inúmeras empresas com a prática do *Lean Production* para melhorar a eficácia e durabilidade do equipamento de produção. O OEE mede o desempenho do equipamento tendo em consideração três fatores:

- O tempo útil que o equipamento tem destinado à produção;
- A eficiência demonstrada durante esse tempo útil;
- A qualidade do produto obtida durante o processo.

Para Nakajima (1988) o simples funcionamento do equipamento ou pelo modo como este é operado origina perdas de produção e identifica três principais origens: perdas causadas por paragens não planeadas; perdas resultantes do equipamento não operar à velocidade determinada; e perdas resultantes da não-conformidade do produto. A partir disso, Nakajima (1988) definiu as seis principais grandes perdas dos equipamentos produtivos que são:

- I. Falha/Avaria do equipamento – paragens superiores a 5-10 minutos registadas pelo operador ou automaticamente resultantes de avarias mecânicas ou elétricas, falha geral do equipamento, falta de ferramentas ou paragens não planeadas para intervenções de manutenção. Este tipo de perdas reduzem o tempo disponível para o equipamento produzir;

- II. Setup, afinações e outras paragens – normalmente associadas a mudanças de produção, substituição de ferramentas, paragens para limpeza, falta de materiais ou falta de operador que também reduzem o tempo disponível do equipamento;
- III. Pequenas Paragens – interrupções que não ultrapassam os 5-10 minutos provocadas por quebras da linha de produção. Estas quebras podem ser originárias de paragens para limpeza ou pequenos ajustes, para verificação/regulação de parâmetros, por obstrução no fluxo de produção a montante ou jusante ou por falha na alimentação de materiais. Estas pequenas paragens afetam a eficiência do equipamento, não permitindo que ele funcione no tempo de ciclo planeado;
- IV. Redução de velocidade – o funcionamento irregular ou abaixo da velocidade especificada e a incapacidade do operador em garantir o funcionamento regular representam a diferença entre aquilo que teoricamente se deveria produzir e aquilo que realmente se está a produzir. Com isto a eficiência do equipamento também é afetada;
- V. Defeitos de qualidade e retrabalho – representam a produção não conforme causada pelo mau funcionamento do equipamento ou pelo operador, reduzindo a quantidade de produto que cumpre as especificações à primeira;
- VI. Perdas de arranque – acontecem durante a fase de arranque ou paragem de uma determinada produção em equipamentos que possuem restrições técnicas até serem repostos os parâmetros especificados. Normalmente são causados durante o pré-aquecimento do equipamento ou por erros de afinação do mesmo.

Embora as paragens planeadas dos equipamentos, como por exemplo: paragem para refeições; manutenção; formação dos colaboradores; reuniões; ensaios ou ausência de produção, não estejam presentes nestas perdas definidas por Nakajima (1988), muitas empresas optam por considerar tais paragens com o objetivo de encorajar a criação de ideias para a redução desses tempos sem comprometer a atividade em si (The Productivity Development Team, 1999).

Depois de percebidas as perdas originadas pelos equipamentos de produção, conseguimos perceber que o OEE não é mais do que um indicador “tridimensional” que reflete as principais perdas relacionadas com o equipamento. Isto porque do mesmo modo que as perdas relacionadas com os equipamentos têm três origens, o cálculo do OEE é composto por três fatores representativos dessas três origens (The Productivity Development Team, 1999) como podemos ver na figura 9:

1. Disponibilidade;
2. Eficiência;
3. Qualidade.

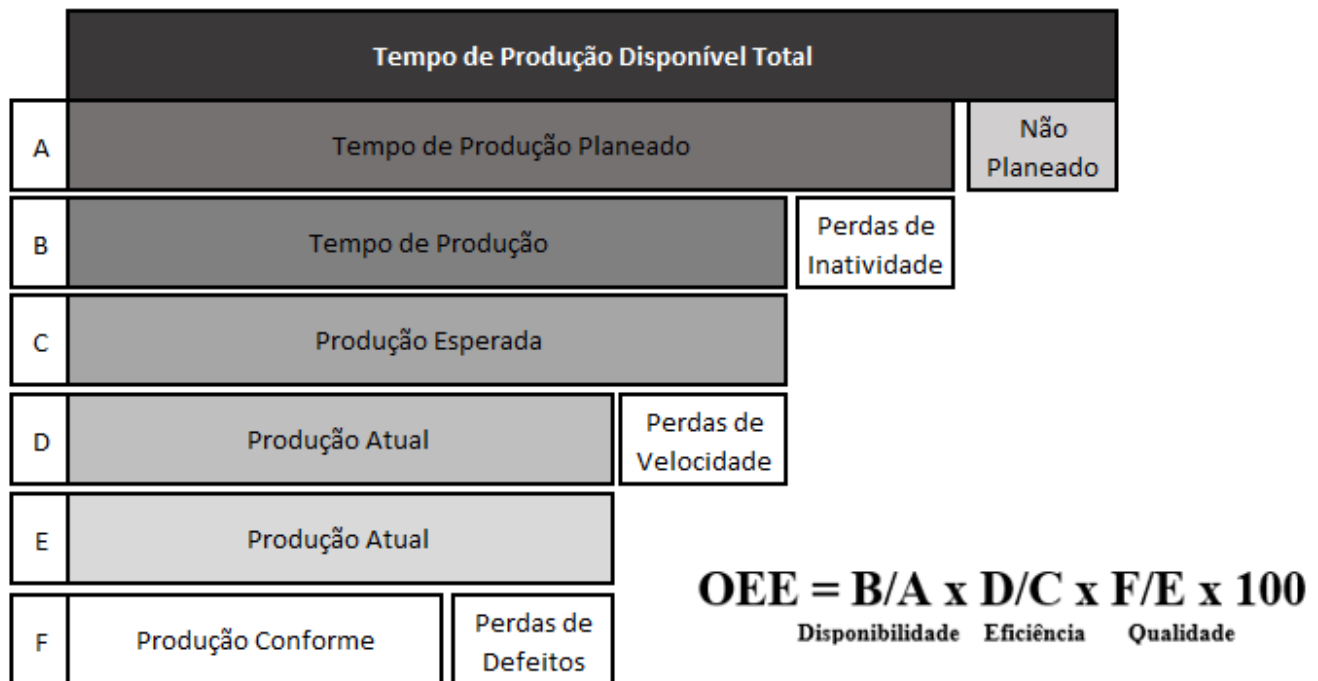


Figura 9- Elementos do OEE e perdas de equipamento relacionadas (adaptado de “The Productivity Development Team, 1999”)

A disponibilidade, tal como o nome indica, mede o tempo disponível do equipamento para a produção, calculando-se da seguinte forma (Nakajima, 1988):

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ de\ Produção\ Planeado}$$

A eficiência, que mede a capacidade de produção do equipamento dentro do tempo disponível, pode ser calculada por:

$$Eficiência = \frac{Produção\ Atual}{Produção\ Esperada}$$

A qualidade pode ser calculada da seguinte forma:

$$Qualidade = \frac{Produção\ Conforme}{Produção\ Atual}$$

Como podemos ver na figura 9, o OEE resulta assim da multiplicação destes três fatores descritos e Nakajima (1988) sugere um OEE ideal de 85%, baseando-se em experiências e resultados obtidos por

empresas consideradas de excelência. O mesmo autor destaca que este indicador pode ser aplicado a vários níveis: pode ser usado para medir o desempenho inicial de uma unidade de produção na sua totalidade sendo depois comparado com valores futuros e assim quantificar o nível das melhorias feitas; pode ser calculado para uma linha de produção, comparado com o desempenho de outras linhas e assim destacar as linhas com fraco desempenho; e pode ser aplicado individualmente a cada equipamento permitindo a identificação daqueles que mais necessitam da intervenção dos recursos do TPM.

O OEE é uma medida de desempenho importante que requer uma análise cuidadosa e precisa para perceber o efeito dos seus fatores (por ex: Dal et al., (2000), Muchiri e Pintelon,(2008)). A folha de Excel é uma ferramenta simples que pode ser usada na medição e monitorização do OEE mas a recolha de dados é um trabalho demorado e tedioso para o operador o que leva ao desenvolvimento de *software* para apoiar na recolha dos dados automaticamente e na sua monitorização, diminuindo o tempo despendido pelos colaboradores (por ex. Singh et al., (2013)).

2.5.5. Trabalho Standardizado (TS)

A uniformização de processos ou Trabalho Standardizado (TS) é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking* e passa pela documentação dos modos operatórios, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2014). Como o TS refere-se ao método mais seguro e eficaz para realizar um determinado trabalho no menor tempo, como resultado da utilização eficaz dos recursos, para Liker (2004), o TS tem como objetivo manter a produção o mais próximo do fluxo contínuo possível dentro de uma organização.

O TS estabelece procedimentos precisos para o trabalho de cada operador com base em três elementos (Pinto, 2014):

- Tempo de ciclo, definido como o tempo necessário para que cada etapa da produção seja concluída;
- Sequência de produção, ou seja, a melhor ordem identificada pela qual se devem efetuar as diversas operações na realização de uma tarefa;
- Nível de WIP, identificando a quantidade de *stock* que deve fluir através das operações quando o processo decorre sem nenhuma variabilidade.

Segundo Suzaki (2013) a descrição de uma operação de forma concisa deve atender às seguintes regras:

- Um movimento deve representar uma etapa;
- Começar a descrição com um verbo (p. ex., “aplicar” etiqueta);
- Escrever descrições detalhadas para pontos críticos da operação;
- Após terminar a descrição detalhada, esta deve ser resumida, apropriadamente, em pontos críticos da operação.

Liker e Meier (2006) afirmam que é necessário existir um certo grau de estabilidade no processo antes de se aplicar TS. Para estes autores é necessário que a operação seja repetitiva, a linha/equipamento deve ser confiável e a taxa de defeitos provenientes da operação seja mínima. Problemas com peças/ferramentas bem como a sua escassez e problemas de segurança como *layouts* pouco ergonômicos são fatores que originam alguma instabilidade nos processos. Ferramentas *Lean* como o 5S e TPM podem ajudar a criar a estabilidade necessária (Dennis, 2007).

Garantidos estes pré-requisitos passa-se ao desenvolvimento do TS com a ajuda de vários documentos. Os principais documentos, introduzidos por Monden (1998), são:

- Gráfico de Trabalho Padronizado – mostra o movimento do operador e o local do material em relação ao equipamento e *layout* do processo global;
- Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado – descreve a combinação de tempo de trabalho manual, de movimento e o tempo de processamento do equipamento na sequência correta;
- Folhas de Capacidade de Produção – são utilizadas para calcular a capacidade de cada equipamento e identificar e eliminar pontos de estrangulamento³.

Instruções de trabalho, exemplos modelo (exemplos concretos da qualidade desejada pela indústria específica), controlos visuais (utilizados para facilitar a transferência de informações importantes) e políticas e procedimentos (estruturas de apoio ao TS prestadas pela empresa) são algumas das ferramentas secundárias de apoio que devem ser utilizadas para o sucesso da prática do TS (Liker e Meier, 2006).

A prática de processos standardizados traz inúmeros benefícios para as empresas, tais como: redução da variabilidade e aumento da previsibilidade dos processos; redução do desperdício e do WIP; eliminação de defeitos e retrabalho; redução da carga de trabalho e do risco de acidentes; aumento da produtividade e satisfação do empregado; disponibilização de uma base para a medição e aumento da facilidade de resolução de problemas; etc. (Suzaki, 2013; Kishida et al., 2006).

2.5.6. Estudo do movimento e do tempo

O estudo do movimento e do tempo visa o estudo dos sistemas de trabalho com o propósito de: (1) desenvolver um método preferido (geralmente aquele que tem associado o menor custo); (2) padronizar esse método; (3) determinar o tempo exigido por uma pessoa qualificada e devidamente treinada para executar uma tarefa ou operação específica; (4) auxiliar na formação do trabalhador para o método escolhido (Barnes, 1968).

Segundo Meyers e Stewart (2002) este tipo de estudo pode reduzir e controlar os custos, melhorar as condições e ambiente de trabalho e motivar as pessoas. O estudo do movimento e do tempo ajuda na eliminação de desperdício, uma vez que existem atividades que não acrescentam valor e requerem o mesmo esforço e tempo das atividades que realmente acrescentam valor. A administração tem a responsabilidade de assegurar que o operário está a realizar o trabalho adequado e oportuno, que as ferramentas e materiais adequados estão disponíveis e que este sabe o que é esperado de si.

³ Pontos de estrangulamento - que limitam a capacidade ou desempenho de um sistema produtivo.

2.5.6.1 Estudo de tempo

O estudo de tempo é usado para determinar o tempo padrão de uma operação o que vai de encontro com o terceiro propósito do estudo do movimento e do tempo enunciado acima. Entende-se por tempo padrão como o tempo necessário para produzir um produto numa estação de trabalho por um operador qualificado, bem treinado, a executar uma tarefa específica a um ritmo normal. O tempo padrão inclui compensações adicionadas ao tempo normal gasto na realização da tarefa. Essas compensações são adicionadas ao tempo normal uma vez que não é esperado que o operador execute a operação sem interrupções, podendo tirar tempo para necessidades pessoais, descanso ou razões alheias (Meyers e Stewart, 2002).

Para determinar o tempo padrão existem vários métodos fornecidos por vários especialistas, como por exemplo: dados padrão; amostragem de trabalho; estudo de tempo com cronómetro; sistema de tempos padrão predeterminados; especialista no assunto e dados históricos (Barnes, 1968; Meyers e Stewart, 2002).

2.5.6.2. Estudo de Tempo com Cronómetro

Formalmente introduzido por Frederick Winslow Taylor nos finais do século XIX, o método de cronometragem é o método mais utilizado nos dias de hoje para a medição de tempos padrão de tarefas de pequena duração e repetitivas, baseando-se na observação de um trabalhador a desempenhar uma determinada tarefa, dividida em tarefas elementares (Stevenson, 2005).

Este método é dividido em quatro passos (Stevenson, 2005):

1. Definir a tarefa a analisar e informar o operador que vai ser estudado;
2. Determinar o número de observações a realizar;
3. Medir a tarefa e classificar a performance do trabalhador;
4. Calcular o tempo padrão (ST).

O número de observações que devem ser cronometradas depende de três fatores: a variabilidade dos tempos observados; a precisão desejada; e o nível de confiança desejado para o tempo estimado. Sendo a precisão expressa como uma percentagem do tempo médio de cada tarefa elementar das observações realizadas, o tamanho da amostra para cada tarefa elementar pode ser determinado pela seguinte fórmula (Stevenson, 2005, p. 316):

$$n = \left(\frac{Z \times S}{A \times \bar{X}} \right)^2$$

Onde:

Z – número de desvios padrão normais necessários para obter o nível de confiança desejado

S – desvio padrão da amostra

A – precisão desejada (%)

\bar{X} – tempo médio da tarefa elementar

Os valores de Z habitualmente usados são:

Tabela 2- Nível de Confiança – Valores de Z (Stevenson, 2005)

Confiança desejada	Valor de Z
90	1.65
95	1.96
95.5	2.00
98	2.33
99	2.58

Inicialmente realiza-se um pequeno número de observações (entre 10 a 20 observações) e calcula-se a respetiva média e desvio padrão para calcular o tamanho da amostra, se necessário procede-se à realização das observações em falta. Para chegar ao ST é necessário primeiro calcular o tempo observado (OT) e em seguida o tempo normal (NT).

Segundo Stevenson (2005) o tempo observado, é dado pela média dos tempos registados, sendo calculado da seguinte forma:

$$OT = \frac{\sum x_i}{n}$$

Onde

OT - tempo observado

$\sum x_i$ – somatório dos tempos registados

n – número de observações

Nota: Se num dado ciclo de trabalho for registado um tempo curto ou elevado relativamente ao tempo observado nos restantes ciclos, este é visto como um erro de observação e por isso descartado e depois analisado (Stevenson, 2005).

O tempo normal, que representa o tempo observado ajustado à performance do trabalhador, calcula-se da seguinte forma (Stevenson, 2005):

$$NT = OT \times PR$$

Em que

NT – tempo normal

PR – classificação da performance do trabalhador

Uma vez que o tempo normal não tem em conta fatores como atrasos pessoais, atrasos inevitáveis (reparações, esperas por material, etc.) ou períodos de descanso, para se determinar o tempo padrão é necessário multiplicar ao tempo normal um fator de compensação (Stevenson, 2005). Este fator de compensação (AF) pode ser obtido a partir de valores típicos de compensações associadas a várias condições de trabalho (Anexo B).

Finalmente, o tempo padrão calcula-se da seguinte forma (Stevenson, 2005):

$$ST = NT \times AF$$

e

$$AF = 1 + A$$

onde

ST – tempo padrão

NT – tempo normal

AF – fator compensação

A – percentagem de compensações

Com o estudo de tempos obtêm-se tempos padronizados que auxiliam a gestão, ao criar a consciência do custo de todos os operários da produção, que por sua vez cria uma vantagem competitiva pois um engenheiro ou gestor que não saiba as consequências económicas das suas decisões não tem valor para a indústria. Este tipo de estudo é considerado uma importante abordagem dos programas de engenharia industrial porque a informação que facultam apoia muitas áreas/processos, entre elas: estimativas de custos, controlo de produção e inventário, *layout* da fábrica, materiais e processos, qualidade e segurança (Meyers e Stewart, 2002).

Al-Saleh (2011) mostra como o uso desta simples ferramenta, estudo do movimento e do tempo, pode trazer benefícios para uma empresa. Analisaram os métodos atuais usados num posto de inspeção numa empresa de inspeção automóvel bem como o tempo elementar de cada tarefa do processo. Com isto conseguiram prever um aumento de eficiência do posto em 174,8% apenas com a simplificação e alteração do processo.

2.6. Pessoas *Lean*

Como já foi referido, apesar de comprovado o sucesso da implementação do *Lean Thinking* em várias organizações, muitas vezes essa implementação fracassa. As organizações limitam-se a reproduzir as ferramentas, técnicas ou princípios *Lean*, criados na Toyota, esquecendo o fator mais importante: as pessoas. Isto porque a coleção de práticas e princípios existentes numa organização são o resultado das rotinas de comportamento e pensamento dos seus colaboradores (Rother, 2010).

“Don’t just Do Lean, Be Lean”. Como refere Byrne (2013).

Lean People (pessoas *Lean*) refere-se às pessoas que numa organização vivem e desenvolvem a filosofia *Lean Thinking* (Pinto, 2014) sendo a gestão de topo o principal responsável por desenvolver os seus colaboradores nesse sentido, criando a cultura necessária para o sucesso do *Lean Thinking* (Rother, 2010; Byrne, 2013; Pinto, 2014).

Os líderes da Toyota dizem: *“We don’t just build cars, we build People”* (Liker e Meier, 2006 p. 242) e como prova disso são os 14 princípios de gestão da Toyota, identificados por Liker (2004), dos quais 6 relacionam-se com o desenvolvimento de pessoas:

- Princípio 1 – Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo – investindo na formação e desenvolvimento das pessoas e criando constantemente desafios e oportunidades;

- Princípio 6 – Uniformização é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas – o trabalho uniformizado garante segurança, permite a comparação e estabelecimento de métricas e sistemas de avaliação de desempenho mais justos;
- Princípio 9 – Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros;
- Princípio 10 – Desenvolver pessoas e equipas excepcionais que sigam a filosofia da sua empresa;
- Princípio 11 – Respeitar e estender isto à rede de parceiros desafiando-os e apoiando-os a melhorar – disseminar não apenas as boas práticas de gestão e soluções *Lean*, como também as práticas de liderança *Lean*;
- Princípio 14 – Fomentar a criação de uma *learning organization* através da reflexão segura e da melhoria contínua – uma *learning organization* é uma organização onde se aprende constantemente e o conhecimento, visto como um dos recursos mais valiosos, é partilhado por todos.

Liderança *Lean*

Identificado em vários estudos como o fator responsável pelo insucesso da implementação *Lean*, percebe-se que o papel da liderança é essencial para as organizações que pretendem seguir os princípios *Lean*, uma vez que é necessário cultivar uma nova cultura. Recentemente Dowbrowski e Mielke (2014), através da compilação de uma análise teórica e de resultados de casos práticos, identificaram 15 regras que poderão apoiar a liderança numa implementação *Lean* sustentável:

- A melhoria contínua exige a continuidade do líder – os líderes devem desenvolver-se ao longo dos anos, adquirindo um conhecimento profundo da empresa;
- Os líderes devem promover a melhoria contínua mas não devem intervir diretamente na resolução de problemas – com o objetivo de desenvolver a criatividade dos operários;
- Saber lidar com os erros, aprendendo e evitando as suas consequências;
- Autoconhecimento – os gestores devem identificar primeiro o seu potencial para a formação contínua, o que implica uma grande capacidade de autoavaliação;
- Depois de uma promoção, o *status quo* tem que ser internalizado – os executivos não devem ser promovidos antes de dominarem todos os processos abrangidos pela sua equipa;
- A liderança *Lean* requer diferentes habilidades e comportamentos – devem ter sempre presente a satisfação do cliente na definição de metas e devem transmitir o conhecimento durante o processo de resolução de problemas. É necessária uma liderança menos autoritária em relação aos sistemas de produção convencionais;
- Os líderes devem tornar o seu trabalho supérfluo – desta forma mostram que o conseguiram estabilizar e desenvolver as habilidades da sua equipa numa determinada tarefa, podendo então partir para outras tarefas uma vez que já terá desenvolvido um sucessor;
- Todos os colaboradores precisam de ser desenvolvidos individualmente;

- A resolução de problemas deve ocorrer em ciclos curtos – isto leva ao rápido feedback e a uma rápida absorção de conhecimento o que contribui para a motivação e autonomia dos colaboradores;
- As decisões devem ser baseadas em factos;
- O *gemba*⁴ é o local de ação e de instrução – é onde o trabalho é desenvolvido diariamente que existem enormes possibilidades de ensinar e desenvolver habilidades para a resolução de problemas;
- Ações de liderança no *gemba* só funcionam com uma estreita relação entre o líder e o colaborador;
- Os objetivos a longo prazo nunca devem ser abandonados em detrimento de metas a curto prazo;
- O desenvolvimento dos colaboradores também deve ser alvo de avaliação tal como o processo;
- É indispensável uma precisão na definição de metas intermédias na busca da perfeição – devem ser definidas de forma a promover o desenvolvimento adequado tanto dos processos como dos colaboradores.

“Conscientemente ou não, as pessoas decidem quanto delas dedicam ao trabalho em função da forma como são tratadas e das oportunidades de usar e desenvolver as suas quatro dimensões (corpo, mente, coração e espírito). Às pessoas não basta liberdade. É necessário comunicar, estar presente e apoiar, é necessário uma envolvente-suporte, uma cultura de confiança e respeito mútuo.” (Pinto, 2014, p.199).

⁴ Gemba – local onde se acrescenta valor, chão de fábrica.

Capítulo 3 – Estudo de Caso

Este capítulo começa por apresentar a empresa onde se desenvolveu o presente trabalho, a Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A., sendo em seguida caracterizado o seu sistema produtivo e feita uma análise a um dos seus setores, o Helivil, setor escolhido para implementação da filosofia *Lean Thinking*.

3.1. Apresentação da empresa

3.1.1. História

A Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A., com a sua sede implantada na Zona Industrial da Mota, Ílhavo, é uma empresa de referência na transformação de polímeros no fabrico e comercialização de tubos, mangueiras e sistemas de rega. Tudo começou em 1969 com a criação da Heliflex Portuguesa Lda., uma representação em Portugal da multinacional grega A. G. Petzetakis, S. A., que posteriormente passou a ser Heliflex Petzetakis Tubos, S. A. e que em 2007 assumiu a designação atual.



Figura 10- Entrada das Instalações da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.

Desde então, a Heliflex tem progressivamente introduzido no mercado uma gama variada de produtos com alto nível técnico e de qualidade, aspetos que pautam a sua imagem de marca. Face ao crescimento registado nos últimos anos e à crescente competitividade do mercado, a Heliflex sentiu a necessidade de investir em produtos com maior conteúdo tecnológico, alargando o seu leque de ofertas, estratégia que se refletiu ao nível da diversificação de mercados levando à abertura de 5 filiais de forma a consolidar a sua posição internacionalmente: Heliflex Angola (Dezembro de 2008), Heliflex Moçambique (Agosto de 2009), Heliflex Sud América (Chile, Setembro de 2009), Heliflex Brasil (Abril 2010) e Heliflex Marrocos.

Relativamente à sua sede, a Heliflex encontra-se certificada pela norma NP EN ISSO 9001:2008 e pela AENOR. Na figura 11 é apresentado o organigrama geral da empresa e na tabela 1 algumas informações relevantes.

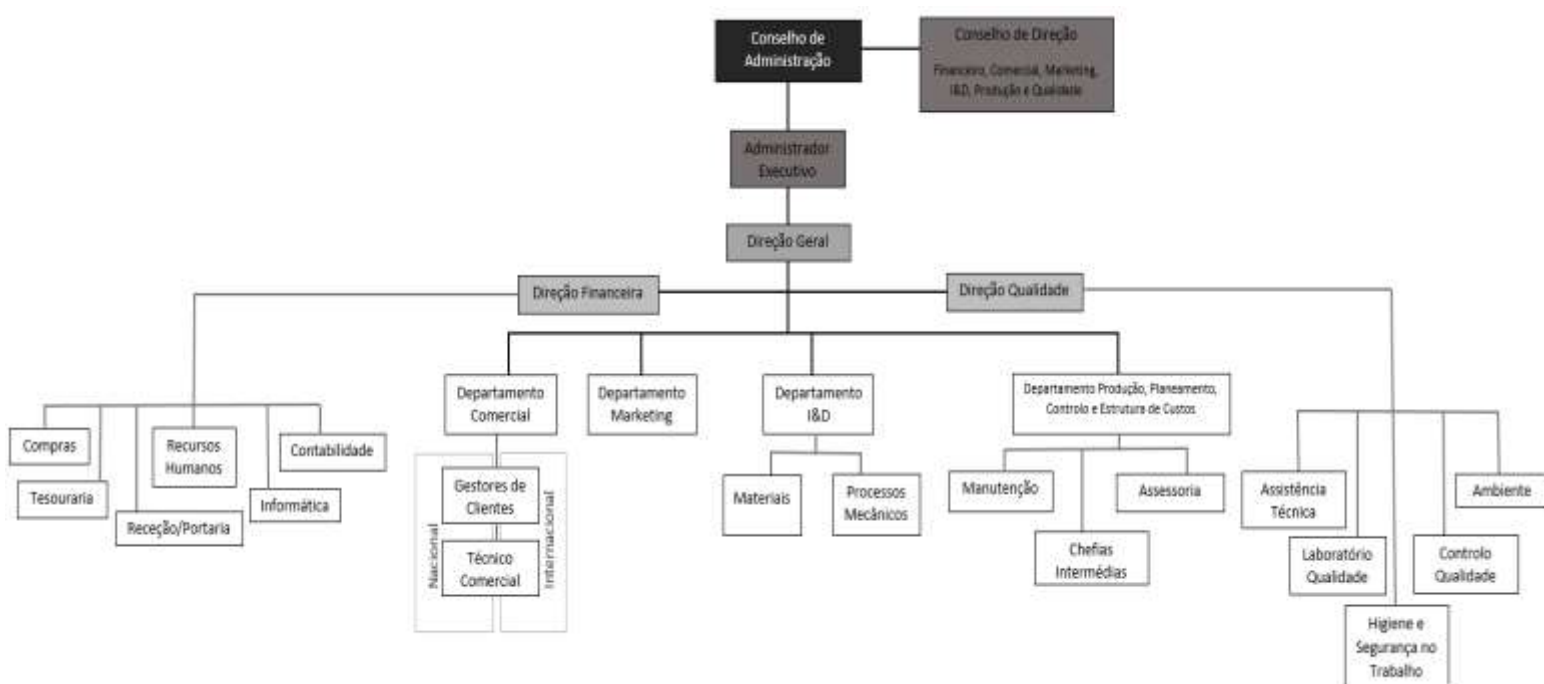


Figura 11- Organograma Geral da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.

Tabela 3- Informações relevantes da Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A.

Nº Colaboradores	120 (média/ano)
Área Fabril	5 620 m ²
Linhas Produtivas	22
Gamas de Produto	60
Referências Produzidas	5500
Volume Produção anual	16 Milhões metros

3.1.2. Atividade económica

A principal atividade da Heliflex é a conceção, desenvolvimento, fabricação e comercialização de tubos em Policloreto de Vinilo (PVC): flexíveis com espiral rígida ou reforçados com fio de poliéster; e rígidos, em Polietileno (PE) e em Polipropileno (PP). A sua vasta gama de produtos proporciona aplicações em vários setores, dividindo então a atividade da Heliflex em quatro áreas de negócio: agro (na sucção, transporte de água, sistemas de rega e pulverização agrícola); casa-jardim (mangueiras para jardim, limpeza de piscinas, condução de gás); construção (saneamento, abastecimento de água, aspiração central) e tecno-indústria (indústria alimentar com tubos não-tóxicos, combustíveis, aspiração e indústria em geral).

3.1.3. Missão

A Heliflex pretende ser uma empresa de referência no fabrico e comercialização de tubos, mangueiras e sistemas de rega; Evoluir, inovar e satisfazer o cliente pela qualidade e serviço; Ser eficaz na gestão dos recursos, de forma a gerar o valor aos acionistas e colaboradores; e ser uma empresa cumpridora e responsável, contribuindo para o desenvolvimento socioeconómico de toda a comunidade envolvente.

3.1.4. Valores

Os valores presentes no dia-a-dia da empresa são:

Qualidade – com a certificação, é com espírito de evolução contínua que encara a qualidade na procura das melhores soluções para o bem-estar dos parceiros de negócio e consumidores e para a eficiência dos seus produtos.

Saber Fazer – A experiência adquirida ao longo de mais de 44 anos e a constante aplicação da tecnologia ao serviço da qualidade, formam o *know-how*, que permite garantir uma oferta de sucesso.

Inovação – A sofisticação tecnológica, em paralelo ao valor pró-ativo resultam numa dinâmica capaz de proporcionar a satisfação total.

Solidez – O trabalho realizado ao longo de mais de 44 anos de existência conota a Heliflex como uma organização sólida, credível e estável.

3.2. Descrição e caracterização do sistema produtivo da Empresa

O processo produtivo principal da Heliflex é a extrusão de perfis. A extrusão é um processo produtivo contínuo, que transforma as resinas plásticas em produtos acabados e/ou semiacabados, sendo também usado na produção de materiais plásticos de formas primárias, como granulados. No caso da Heliflex, extrusão de perfis, o granulado é usado no processo de produção de peças tubulares por extrusão em matriz. Esse mesmo processo difere consoante o produto a ser produzido e uma vez que a empresa oferece várias gamas de produtos, a Heliflex divide-se em 4 setores produtivos distintos e outras duas áreas:

- Setor de Compostos de PVC/Misturadoras;
- Setor Heliflex;
- Setor Helivil;
- Setor Hidrodur.
- Embalagem;
- Armazém.

O sistema produtivo começa todo no setor das misturadoras, onde são compostas a maior parte das misturas utilizadas no processo de transformação produtivo. Neste setor são recebidas as diversas

matérias-primas (resina PVC, plastificantes, carga, corantes, etc...), que são misturadas numa linha automática com base em formulários internos, de modo a produzir PVC (rígido e flexível) em forma de granulado com as características desejadas para as diferentes gamas de produtos. Este setor é então o fornecedor da principal matéria-prima dos restantes setores produtivos.

No Setor Heliflex existem 7 linhas de extrusão, sendo mesmo caracterizado pela produção de tubos em PVC flexível com espiral rígida (PVC rígido ou arame), como se pode ver na figura 12, com aplicação essencialmente em:

- Limpeza de piscinas;
- Aspiração e ventilação;
- Sucção (líquidos e sólidos);
- Condução de água;
- Condução de produtos alimentares;
- Proteção de cabos elétricos.



Figura 12- Exemplo de tubo em PVC flexível com espiral rígida

O setor Helivil é composto por 11 linhas de extrusão e como matéria-prima é utilizado o PVC flexível (proveniente das misturadoras), fio poliéster e outros polímeros comprados (usados no fabrico da gama Tecno). Estes tubos são caracterizados pela sua flexibilidade e por possuírem uma camada de fio de poliéster (figura 13), embora também sejam fabricados sem fio, encontrando aplicação em diversos segmentos:

- Jardim;
- Condução de gás;
- Condução de água;
- Pulverização;
- Ar-comprimido;
- Condução de produtos alimentares;
- Combate a incêndio;
- Transporte de combustíveis.



Figura 13- Exemplo de tubo flexível com fio poliéster

O setor Helidur, caracterizado por produzir tubos rígidos com PVC rígido (proveniente das misturadoras), Polipropileno e Polietileno (PP e PE, fornecidos externamente), é composto por 4 linhas de extrusão (sendo duas destinadas à produção de tubo flexível de combate a incêndio) e os produtos são essencialmente aplicados na condução de água, sistema de rega, aspiração central e na rede de canalização doméstica.

Finalizado o processo de transformação os produtos são aprovados pelo departamento de qualidade e em seguida transportados para a área da embalagem onde são embalados com a embalagem respetiva (produtos provenientes do setor Heliflex e Helivil). Finalizado este processo, o produto está pronto a ser levado para o armazém onde fica armazenado para posterior expedição ao cliente.

Na figura 14 é representado todo o sistema produtivo simplificado da Heliflex, Tubos e Mangueiras, S.A.

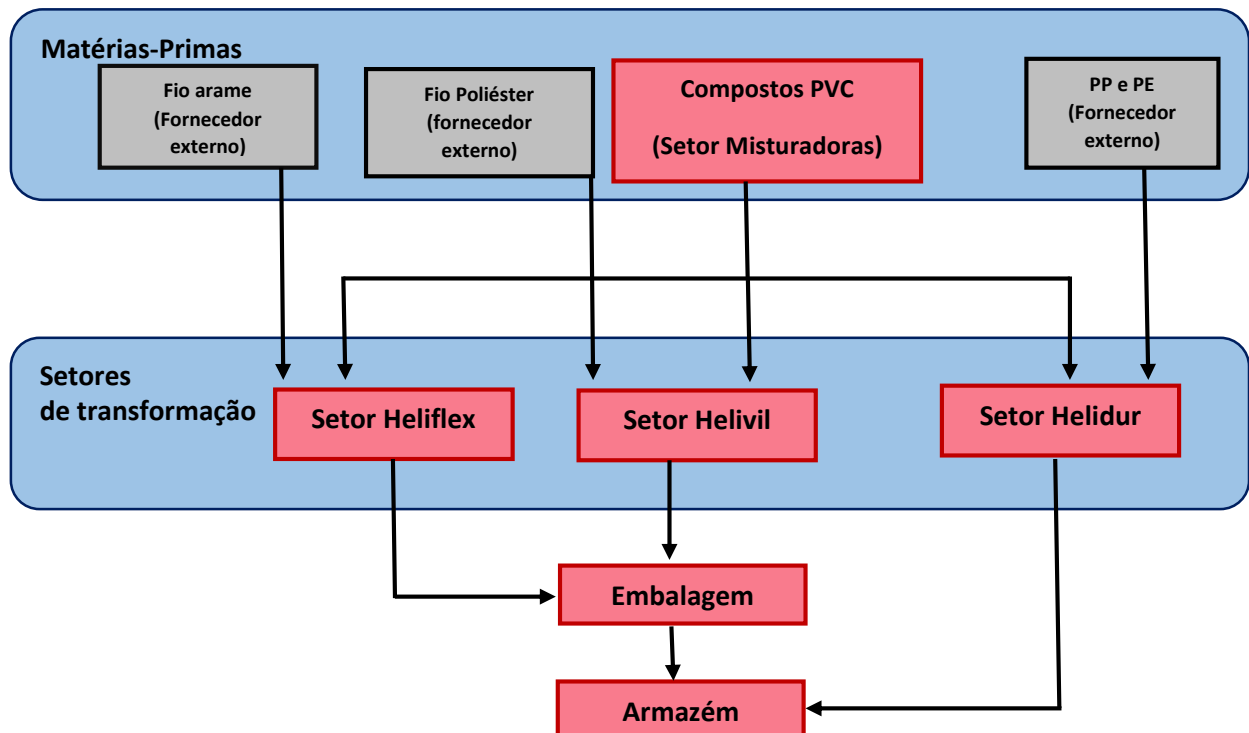


Figura 14- Esquema representativo do Sistema Produtivo

O chão de fábrica é liderado de forma diferente entre os vários setores/áreas. No que diz respeito ao Setor de Compostos de PVC/Misturadoras existe um Chefe de Setor (CS) que frequenta o turno diurno (8.30h-17:30h) que lidera todos os operadores do setor distribuídos pelos 3 turnos produtivos (ver tabela 4).

Nos Setores do processo de transformação (Heliflex, Helivil e Helidur) o chão de fábrica é liderado por duas chefias. O CS, que frequenta o turno diurno, lidera três Chefes de Turno (CT), que trabalham nos três diferentes turnos produtivos (tabela 4), e estes por sua vez são responsáveis por liderar uma equipa de operadores. Aqui, o CS é responsável por planear a produção juntamente com o Diretor de Produção e por apoiar em algumas atividades de *setup* que requerem um grau de experiência mais elevado. O CT é responsável por organizar a distribuição dos operadores, apoiar os mesmos durante o processo de fabrico e de realizar a maior parte das atividades de *setup*.

Na área de embalagem não existe qualquer tipo de chefia, sendo o chão de fábrica apenas composto pelos operadores que trabalham durante o turno 1 (8:00h-16:00h).

O armazém é composto por um Chefe de Armazém que lidera os operadores nas operações de armazenamento e expedição durante o turno diurno.

Tabela 4- Distribuição dos Colaboradores por Turno

	Turnos
Chefe Setor	Diurno (8:30h-17:30)
Chefe turno/Operários	Turno 1 (8:00h-16:00h) Turno 2 (16:00h-00:00h) Turno 3 (00:00h-08:00h)

3.3. Análise ao Setor Helivil

O presente projeto desenvolveu-se particularmente no setor Helivil, pois é o setor onde a empresa apresenta uma maior necessidade de análise ao considerarmos o volume de produção e o desperdício de material gerado por este setor, sendo que os dados relativos ao desperdício gerado não são apresentados por questões de confidencialidade. Neste ponto procedeu-se ao estudo aprofundado das várias operações e processos inerentes ao setor Helivil.

Descrição do Processo de Extrusão do Setor Helivil

Conforme referido na secção anterior, o setor Helivil é composto por 11 linha de extrusão onde se dá o processo de transformação de granulado em tubos de PVC flexíveis. As extrusoras são o principal equipamento destas linhas e são constituídas basicamente por um câmara que contém um fuso, sendo o plástico, em pó ou grânulos, alimentado na parte traseira da câmara através de uma tremonha e conduzido para a parte frontal do tubo pela rosca em rotação (figura 15). No final desse percurso, o plástico deverá estar completamente plastificado com o aquecimento, por ação das resistências elétricas e do atrito com o fuso, sendo depois comprimido contra uma matriz que contém o desenho do perfil a ser aplicado ao plástico. Ao sair, o tubo é calibrado (a ar ou óleo), arrefecido e enrolado. Uma linha de extrusão simples é então constituída por: Extrusoras; Fieira; Equipamento para calibrar; Zonas de arrefecimento; Puxo e um enrolador.

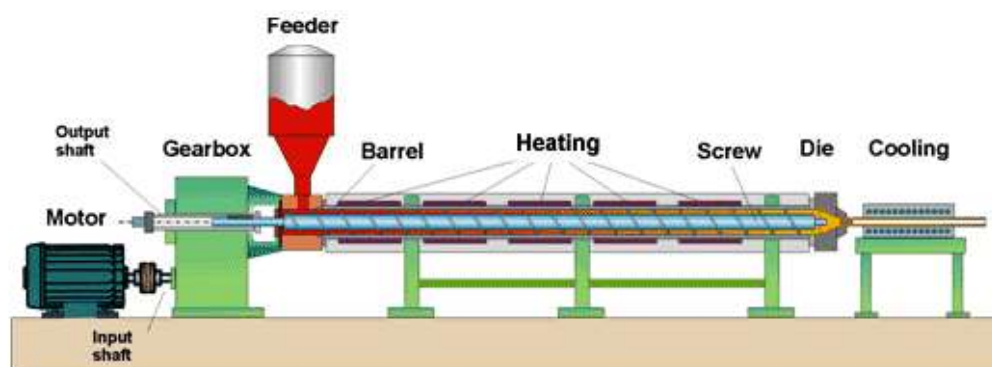


Figura 15- Esquema de uma Extrusora

No caso do setor Helivil, os produtos apresentam várias ‘camadas’ de material, pelo que depois de sair da primeira extrusora, geralmente o tubo passa por uma máquina trançadeira onde é aplicada a camada de fio de poliéster que garante a resistência a pressões de trabalho elevadas e evitam o alongamento da mangueira. Em seguida o produto passa por uma matriz onde é aplicada a camada exterior através de mais uma/duas extrusoras, sendo uma mais pequena que aplica diferentes listas de cores, dando ao produto uma diferenciação de *design*. Em anexo encontra-se a representação de uma linha de extrusão completa do setor Helivil onde são produzidos tubos flexíveis em PVC com fio poliéster (Anexo E).

Ao processo de extrusão está confinado um operador que é responsável por operações de *setup* simples, pelo abastecimento das extrusoras em toda a linha, pelo controlo do processo em vários parâmetros (velocidade de extrusão, calibrador, verificar o fio poliéster, garantir marcação correta da mangueira) de modo a garantir a qualidade da mangueira aquando a verificação das amostras que vai recolhendo. É também responsável por tirar os rolos do enrolador e aplicar cintas plásticas antes de o colocar no contentor onde posteriormente será levado para a zona de embalagem.

Como referido também na secção anterior, o operário designado ao processo é liderado por um CT, que supervisiona e apoia os operadores durante toda a produção e as operações de *setup*. Produção esta planeada pelo CS que também realiza as operações de *setup* mais complexas.

Nesta primeira análise consegue-se perceber que a falta de monitorização de indicadores de gestão da produção poderá ser um fator crítico no que diz respeito à produção de desperdício de material bem como à falta de competitividade, dos produtos desenvolvidos no setor Helivil, no mercado por parte da Heliflex. Isto porque a medição e gestão de indicadores de produção permite aos gestores verificar a situação da empresa em relação aos seus concorrentes permitindo avaliar o desempenho da organização e decidir onde são necessárias melhorias.

Capítulo 4 – Aplicação de Ferramentas e Metodologias *Lean* no Setor Helivil

4.1 *Value Stream Mapping*

Para se conseguir um diagnóstico do estado atual do setor Helivil foi utilizada a ferramenta VSM no mapeamento da atual cadeia de valor, analisando os principais fluxos de materiais e informação e atividades que agregam, ou não, valor ao produto. Para isso foram realizados levantamentos de métodos e tempos, incluindo a análise de *layout's*, principais parâmetros dos processos e meios de produção e armazenagem, trabalho esse desenvolvido no chão de fábrica, o que permitiu também a discussão com os colaboradores.

A fase inicial da aplicação desta ferramenta permitiu quantificar níveis de serviço, níveis de *stock* e eficiência de operações, o que, alinhado com a sua focalização na eliminação de desperdícios, ajudou na definição de um estado futuro para todo o processo produtivo ao serem apresentadas propostas de melhoria na cadeia de valor.

4.1.1 Seleção do Produto

Foi definido que a presente análise iria incidir na gama de produtos de que a Heliflex carece de uma maior competitividade no mercado, tendo sido escolhida a gama de produtos Casa-Jardim. Devido à diversidade de diferentes produtos desta gama, que são compostos por diferentes materiais e produzidos em diferentes linhas, foi decidido analisar-se o artigo de catálogo que representa um maior volume de vendas (Figura 16).

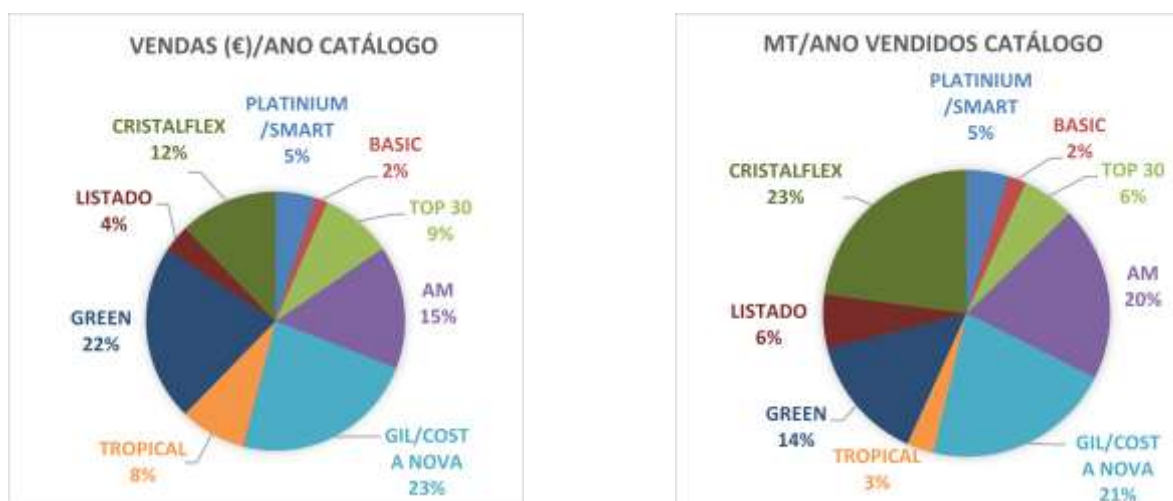


Figura 16- Volume de Vendas Gama Casa-Jardim (€/ano) e (metros/Ano)

A partir destas duas análises é possível identificar o produto Helijardim Gil/Costa Nova como sendo o que representa um maior volume de faturação (€/ano), sendo também um dos que representa uma maior quantidade de metros vendidos.

Uma vez que o diâmetro e o comprimento do rolo do tubo são variáveis, cada artigo possui várias referências, o que leva a que diferentes diâmetros e diferentes comprimentos exijam diferentes quantidades de matéria-prima assim como diferentes tempos de ciclo. Foi então necessário fixar estas duas variáveis aquando da seleção do produto a estudar pelo que o produto escolhido, para representar o mapeamento do fluxo de valor do setor Helivil, foi o Helijardim Gil/Costa Nova com 19 mm de diâmetro e 25 metros de comprimento (figura 17).

❖ O Produto



Figura 17- Produto Helijardim Gil/Costa Nova

O artigo Helijardim Gil/Costa Nova é destinado principalmente para jardins com utilizações diversas com o transporte de água. É uma mangueira leve indicada para médias pressões com uma camada externa opaca que confere proteção aos raios ultravioleta.

Este produto é formado por quatro componentes principais (figura 17):

- Tubn Preto ou Granulado Reciclado (Interior);
- Tubn Verde Gil (Cobertura);
- Tubn Amarelo (Listas);
- Fio Poliéster;

No que respeita à embalagem são adicionados ao produto cintas plásticas, um dístico informativo e filme PE aderente.

4.1.2. VSM – Estado Inicial

Depois de selecionado o produto a analisar procedeu-se ao mapeamento do estado atual de todo o processo produtivo, respeitando a metodologia descrita no enquadramento teórico. Importa referir que o facto de os recursos serem todos partilhados, bem como as matérias-primas, e a grande

Diagrama de Fluxo Detalhado do Processo Produtivo da IZARO

1. Cadeia de Suprimentos e Planejamento:

- Fornecedores:** Resina: 100 ton/mês, Plastificante: 90 ton/mês.
- Planejamento da Produção (IZARO):** Recebe **Previsão Mensal** dos fornecedores e **Encomendas Semanais** dos clientes. Gerencia **Compras** e **Previsão** comercial.
- Clientes:** Procura média: 8,73 unid/turno, Takt-Time: 85,77 seg.

2. Processo de Fabricação:

2.1. Mistura/Granuladora (Estação 1):

- Resina: 171,4 kg, Plastificante: 161,23 kg, Carga: 92,15 kg.
- T.C.: Tubn Preto=31,3 seg, Tubn Verde=28,41 seg, Tubn Amarelo=0,97 seg.
- Setup= 5 min.
- T. Máq. Mistura= 1 hora.
- Lote Mistura - 1000 kg.
- T. Máq. Granul.= 30 min.
- Lote Granul.= 350 kg.

2.2. Extrusão (Estação 1):

- Recebe **Ordens Fabrico** e **Reciclado (Tubn Preto)**.
- Tubn Preto: 159,97 kg, Reciclado (tubn preto): 930,86 kg, Tubn Verde Gil: 32,63 kg, Tubn Amarelo: 53,94 kg.
- Espera das ordens de fabrico: 40 horas.
- T. C. = 187,77 SEG.
- Setup= 80 min.
- OEE: Linha 17 = 82,14%, Linha 18 = 67,90 %, Linha 19 = 80,97%.

2.3. Moinho (Estação 1):

- Recebe **Desperdício** da embalagem.

2.4. Controle de Qualidade:

- Recebe 456,97 unid. da extrusão.

2.5. Embalagem (Estação 1):

- T. C.= 93,16 seg.
- Setup= 5 min.
- Inatividade= 1,8 %.

3. Logística e Armazenagem:

- Armazém:** Recebe 702,33 unid. da embalagem.
- Clientes:** Recebem 8/mês via transporte.

4. Indicadores de Desempenho (KPIs):

- Tempo Total de Produção:** 72,41 horas.
- Tempo de Setup:** 31,3 seg.
- Tempo de Espera:** 449,24 horas.
- Tempo de Ciclo:** 187,77 seg.
- Tempo de Transporte:** 10,89 horas.
- Tempo de Armazenagem:** 93,16 seg.
- Tempo de Entrega:** 643,4 horas.
- Lead Time Total:** 1176,03 horas.
- VA (Valor Agregado):** 312,23 seg.

❖ Fluxo de Informação

A ordem de fabrico é também comunicada ao responsável pelo departamento de compras para conseguir fazer uma previsão mensal no que respeita à compra de matéria-prima. Em média a matéria-prima é recebida uma vez por semana.

41

$$\text{Lead time (horas)} = \frac{\text{Quantidade de stock (unidades)}}{\text{Procura (unidades/hora)}}$$

As matérias-primas necessárias para produzir os principais componentes do Helijardim Gil/Costa Nova no processo de mistura (Tubn Preto, Tubn Amarelo e Tubn Verde Gil) são armazenadas neste primeiro ponto em silos localizados no exterior da fábrica (figura 19). A partir da ficha de composição de último nível deste produto, verificamos as matérias-primas com maior representação (mais de 80%) bem como as suas quantidades necessárias por unidade de produto (que não são apresentadas por motivos de confidencialidade):



Figura 19- Silos com matéria-prima

- Resina K70;
- Carga de Carbonato de Cálcio (CaCO_3);
- Plastificante.

Para se conseguir um valor mais real possível da quantidade de *stock* destas matérias-primas, foram registadas 8 observações, uma vez por semana. Depois de ter uma média da quantidade existente em *stock*, uma vez que são matérias-primas usadas praticamente em todos os produtos da Heliflex, foi associada a percentagem do volume de vendas do produto em estudo entre todas as referências vendidas (0,318%) para em seguida calcular o *stock* em unidades de produto final e por fim chegarmos ao *lead-time* de cada uma das matérias-primas. Para efeitos de contabilização do nível de stock no 1º ponto de armazenamento decidiu-se considerar o *lead-time* maior, de 72,41 horas (tabela 5).

Tabela 5- Quantidades do primeiro ponto de armazenamento

Matéria-Prima	Unidades Prod. Final	Lead-Time (horas)
Resina K70	52,41	48,02
Carga CaCO_3	61,60	67,23
Plastificante	79,03	72,41

❖ Mistura/Granulado

Neste primeiro processo, a Resina, o Plastificante, a Carga de CaCO_3 e outros aditivos são misturados de um modo automático com base em formulários internos e em seguida transformados em granulado. Este processo tem como característica principal atribuir a rigidez e cor desejada para o produto e ocorre no setor de misturas, o qual é composto por três misturadoras e quatro granuladoras (figura 20). O transporte das matérias-primas é feito através de tubos de sucção desde os silos até às misturadoras.

Para a produção dos granulados opacos Tubn Preto, Tubn Verde Gil e Tubn Amarelo apenas é utilizada uma misturadora, em produções sequenciais, que através de tubos de sucção está ligada a duas granuladoras. A misturadora processa 1000 kg de mistura a cada hora, já a granuladora processa a um ritmo mais baixo conseguindo granular apenas 350 kg a cada 30 minutos. Posto isto, e recorrendo mais uma vez às quantidades necessárias de cada granulado para produzir um rolo de Helijardim Gil/Costa Nova, chegamos aos tempos de ciclo para uma unidade de produto: 31,3 seg para o Tubn Preto; 28,41 seg para o Tubn Verde Gil; e 0,97 seg para o Tubn Amarelo. O tempo de mudança de produção é de 5 minutos e teremos então um tempo máximo de valor agregado de 31,3 seg para este processo.



Figura 20- Misturadoras e Granuladoras do Setor Misturas

❖ 2º Ponto de Armazenamento

Este ponto de armazenamento refere-se ao granulado proveniente do primeiro processo bem como ao material reciclado proveniente dos moinhos, usado na camada interior (substituindo o Tubn Preto caso exista) do produto. Estes materiais estão armazenados no setor das misturas em silos, *big-bags* ou em contentores (figura 21).



Figura 21- Armazenamento de granulado proveniente do processo de mistura/granuladora

Para quantificar o lead-time (horas) realizou-se o mesmo procedimento usado no primeiro ponto de armazenamento. Os resultados podem ser analisados na tabela 6. Com o registo de 8 observações chegou-se a uma quantidade média à qual, em seguida, foi afetada pela percentagem de vendas do produto. Neste caso, como estes materiais são usados apenas na produção de tubos da gama Jardim, a percentagem de vendas do artigo, Helijardim Gil/Costa Nova 19 mm 25 metros de comprimento, dentro dos produtos da gama jardim é de 3,37%.

Tabela 6- Quantidades do segundo ponto de armazenamento

Granulado	Unidades	Lead-Time (horas)
Tubn Preto	44,68	40,94
Reciclado	260,02	238,22
Tubn Verde Gil	10,04	9,20
Tubn Amarelo	490,35	449,24

Chegou-se então a um lead-time de 449,24 horas para a quantidade de material armazenado. Como no próximo processo os recursos destinados à produção do Helijardim Gil/Costa Nova são compartilhados com a produção de uma grande parte dos artigos da gama jardim, foi importante perceber que as ordens de produção entram em fila de espera seguindo o método FIFO. Posto isto, foram registados os tempos de espera de 50 ordens de produção ao longo de duas semanas tendo-se chegado a um tempo médio de 40 horas de espera da ordem de produção desde o seu lançamento até ao início da sua produção.

❖ Extrusão

A extrusão é o segundo processo a ocorrer e trata-se do processo de transformação do granulado no produto final e ocorre no setor Helivil. O tubo em análise é produzido apenas nas linhas 17, 18 e 19 (exemplo de uma linha no anexo C e figura 22) sendo estas abastecidas com os granulados necessários pelo operário da respetiva linha através de empilhador, porta-paletes ou contentores pequenos.

Apesar do processo de produção do tubo ser automático, para determinar o tempo de ciclo para uma unidade de produto neste processo, foi feito um estudo de tempos uma vez que no fim da linha o operário tem de cortar e tirar o rolo, aplicar cintas, etiquetas e só depois o produto é colocado no contentor. Seguindo o método descrito no enquadramento teórico (Stevenson, 2005), inicialmente foram feitas 25 observações contínuas para determinar a média do tempo de cada tarefa e o seu desvio padrão. Com estes valores e assumindo um grau de confiança desejada de 95%, com um valor de $Z = 1.96$ (ver tabela 2), e 10% de precisão desejada conseguiu-se determinar a dimensão da amostra necessária para cada tarefa e em seguida foram realizadas as novas observações necessárias. No Anexo D é apresentada a tabela completa com todas as observações realizadas.



Figura 22- Área final de uma linha de extrusão

Para a determinação do tempo normal (NT), foi afetado a cada tarefa elementar um fator de performance (PR) do operador ajustado à execução da mesma durante as observações realizadas e em seguida para o cálculo do tempo padrão (ST) foram consideradas as compensações de 7%, somatório das compensações por fadiga (4%), trabalho realizado em pé (2%) e monotonia média (1%) (obtidas pela tabela presente no anexo B). Na tabela 7 encontram-se os valores de tempo padrão obtidos para

o processo de extrusão. De realçar que durante todo este processo, a linha de extrusão está continuamente a produzir tubo.

Tabela 7- Valores obtidos pelo estudo de tempos no processo extrusão

#	Descrição	Observações iniciais	Média inicial (seg)	Desvio Padrão	Dimensão da amostra calculada	Dimensão real	Nova Média	PR	NT	ST	
1	Esperar pelo rolo em produção	25	119,72	3,96	0,42	25,00	119,72	1,00	119,72	128,10	
2	Cortar rolo produzido e colocar rolha no próximo	25	6,69	0,83	5,97	25,00	6,69	1,00	6,69	7,15	
3	Colocar próximo rolo na outra bobine do enrolador	25	5,21	1,47	30,19	31,00	5,25	1,00	5,25	5,61	
4	Começar enrolamento do próximo rolo	25	12,83	2,07	10,04	25,00	12,83	0,75	9,62	10,30	
5	Ajeitar rolo já produzido	25	7,12	1,35	13,77	25,00	7,12	1,00	7,12	7,61	
6	Abrir enrolador, tirar rolo e colocar na máquina de cintar	25	6,60	1,06	9,94	25,00	6,60	1,00	6,60	7,06	
7	Aplicar 1ª Cinta	25	5,25	0,69	6,63	25,00	5,25	0,90	4,73	5,06	
8	Aplicar 2ª Cinta	25	5,31	0,93	11,85	25,00	5,31	0,90	4,78	5,12	
9	Aplicar Etiqueta	25	4,58	1,04	19,84	25,00	4,58	0,90	4,12	4,41	
10	Aplicar 3ª Cinta	25	4,47	0,72	10,05	25,00	4,47	0,90	4,02	4,30	
11	Colocar Rolo no lote	25	2,85	0,45	9,46	25,00	2,85	1,00	2,85	3,04	
TOTAL								180,65		175,49	187,77

Com este estudo chegou-se então ao tempo de ciclo de 187,77 segundos para o processo de extrusão. Desse tempo apenas 59,67 segundos dizem respeito ao tempo-homem (tarefas 2-11). Depois de realizado este estudo desenvolveu-se também uma instrução de trabalho para a operação de enrolamento e cintagem de forma a ser executada sempre da mesma forma (anexo E).

A partir do estudo descrito na secção 4.3. do presente caso de estudo, verificou-se que o tempo de setup deste processo é de 80 min. Foi também realizado um estudo de quantificação do OEE para as linhas onde é produzido o produto Helijardim Gil/Costa Nova (ver secção 4.4.) tendo-se chegado aos seguintes valores médios de OEE (para a definição do estado atual apenas foram considerados os valores registados até 24 de Março do presente ano):

- Linha 17 – 82,14%;
- Linha 18 – 67,90%;
- Linha 19 – 80,97%.

❖ 3º Ponto de Armazenamento

Depois de finalizado o processo de extrusão o produto fica armazenado em contentores, numa área no fim das linhas de extrusão ou numa outra área livre do setor (figura 23), aguardando a confirmação do departamento de qualidade para em seguida prosseguir para a embalagem. Aqui, o departamento de

qualidade analisa as amostras retiradas pelo operador durante o processo de extrusão verificando se o produto está conforme. Uma vez que tanto o departamento de qualidade como a área de embalagem trabalham apenas durante o turno diurno (8:00h-16:00h) e a produção realiza-se durante os três turnos, pode-se verificar uma quantidade de WIP significativa neste ponto. Uma vez que a produção do tubo escolhido para a análise VSM nem sempre ocorre, de forma a determinar uma quantidade fiável decidiu-se quantificar as horas de espera de WIP neste ponto incorporando todos os produtos produzidos nas mesmas linhas do tubo em análise.



Figura 23- WIP armazenado à espera da aprovação da qualidade

A procura de todos os produtos produzidos nas linhas 17/18/19 é de 41,97 unidades de 25mt por hora. Foram registadas as quantidades de WIP durante trinta dias, três vezes por dia, e como os produtos apresentam vários comprimentos, essa quantidade foi traduzida em metros e em seguida quantificada em unidades de 25 metros (comprimento do tubo em análise). Chegou-se a uma quantidade média de 456,97 unidades o que representa um lead-time médio de 10,89 horas em armazenamento.

❖ Embalagem

Depois de ser aprovado pela qualidade o produto segue para o processo de embalagem, dentro dos contentores, dependendo da disponibilidade da máquina de embalar e dos operários. A embalagem é composta por quatro equipamentos de embalar e apenas um (com forno) é destinado à embalagem do produto em estudo (figura 24). Realizou-se mais uma vez um estudo de tempos para determinar o tempo padrão e por conseguinte o tempo de ciclo do processo. Inicialmente foram feitas 15 observações de cada tarefa com retorno do cronómetro a zero (não contínuas), apresentadas no anexo F, e calculada a dimensão da amostra necessária assumindo o mesmo grau de confiança e percentagem de precisão desejadas, i. é., 95% e 10% respetivamente.



Figura 24- Máquina de Embalar

Atribuídas as mesmas compensações e a performance do trabalho do estudo realizado no processo de extrusão (7%) conseguiu-se chegar aos tempos padrão apresentados na tabela seguinte.

Tabela 8- Valores obtidos pelo estudo de tempo no processo de embalagem

#	Descrição	Observações Iniciais	Média	Desvio Padrão	Dimensão da amostra calculada	PR	NT	ST
1	Pegar em rolo 'novo', colocar em cima do tapete e meter dístico	15,00	3,06	0,70	0,83	1,00	3,06	3,27
2	Esperar pela subida do corte do plástico e com ajuda do rolo 'novo' empurrar rolo anterior para o próximo tapete	15,00	8,79	0,93	1,49	1,00	8,79	9,41
3	Rolo entra em processo automático no forno de cozedura do plástico						77,00	77,00
4	Pegar em rolo embalado e coloca no tapete	15,00	4,06	0,81	1,11	0,80	3,25	3,48
TOTAL							92,10	93,16

O processo completo apresenta então um tempo padrão de 93,16 segundos. Como a tarefa #3 diz respeito ao processo automático de cozedura dentro do forno apenas foi registado como um tempo fixo e, com isto, o tempo-homem é de apenas 16,16 segundos.

O tempo de *setup* neste recurso (mudança de filme PE aderente) é, por observação, de aproximadamente 5 minutos. É importante também destacar que, devido ao mau estado do equipamento, é necessário fazer uma limpeza na zona de corte do filme, normalmente entre cada contentor, que demora cerca de 2 minutos o que origina uma inatividade do equipamento de 1,8% por turno.

❖ Armazenagem

Por fim o produto é armazenado no armazém, registando-se um *stock* médio de 702,33 unidades, que representa 643,4 horas de lead-time, onde o cliente procede à sua recolha, sendo feita em média 8 vezes por mês para este produto.

❖ Lead-Time, Valor Agregado e Takt Time

A análise feita através do VSM revela que a Heliflex apresenta um lead time total de 1216,03 horas, para um rolo de Helijardim Gil/Costa Nova 19mm 25mt, das quais 99,99% não agregam valor ao produto final pois o tempo de valor agregado é de apenas 312,23 segundos. O tempo elevado de lead time deve-se essencialmente a valores de *stock*, tanto de produto final (valor mais elevado) como de matéria-prima, havendo também *stock* intermédio e períodos de espera entre processos.

Relativamente ao *takt time*, que diz respeito ao ritmo de produção necessário para satisfazer a procura, com base no tempo de trabalho disponível (subsecção 2.5.1.), como os equipamentos são compartilhados em todos os processos do fluxo de valor em análise e não estão destinados tempos de produção para os diferentes produtos, decidiu-se calcular um *takt time* híbrido (Conner, 2004) para o processo de extrusão (dado que é o processo que apresenta um maior tempo de ciclo). Para se calcular o *takt time* neste ponto podemos então afetar a percentagem de procura do produto em estudo ou simplesmente contabilizar a procura de todos os produtos produzidos nesses equipamentos (Linhas 17/18/19). A procura de unidades de 25 metros por turno, de todos os produtos, é de 335,79 e o tempo disponível de produção é de 28800 segundos por turno uma vez que são feitas compensações

intercaladas por parte dos operários durante as horas de refeição, ou seja, a produção é contínua. O *takt time* é então calculado da seguinte forma:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Disponível\ Produção\ (28800\ seg./turno)}{Procura\ (335,79\ und./turno)} = 85,77\ segundos$$

4.1.3. Pontos Críticos Identificados

A criação do VSM, embora não seja indicada para ambientes de grande variedade produtiva e de vários recursos compartilhados segundo Quartermann e Snyder (2007), foi uma boa primeira abordagem na aplicação de ferramentas *lean* na empresa uma vez que: ajudou a identificar todas as ligações dos fluxos de materiais e de informação; forneceu informações importantes sobre cada processo, permitindo uma visão global da cadeia de valor; permitiu reconhecer o desperdício e identificar as suas causas ao longo de toda a cadeia de valor; e permitiu a identificação de vários problemas de gestão do chão de fábrica do setor analisado durante a recolha dos dados.

Durante a criação do VSM do estado atual e através da análise da gestão da produção foi então possível perceber que existem alguns pontos críticos tais como:

1. O controlo das operações, dada a falta de monitorização de indicadores de gestão da produção e a falta de procedimentos operatórios uniformizados. Isto porque a medição e gestão dos processos de produção permite aos gestores verificar a situação da empresa em relação aos seus concorrentes pois permite avaliar o desempenho da organização e decidir onde são necessárias melhorias. Este problema afetou a recolha de dados para a construção do VSM do estado atual tornando-o num processo mais demorado que o previsto. No setor Helivil, apenas é feito o controlo das unidades produzidas, a quantidade produzida em kg e o desperdício de material, realizado durante um determinado intervalo de tempo de uma dada ordem de produção do processo de extrusão. Este é o processo mais crítico de toda a cadeia de valor por se tratar de um processo contínuo dependente do equipamento e do granulado usado o que sugere a importância de estar presente a quantificação do indicador OEE;
2. Olhando novamente para o processo de extrusão, onde se produz todo o desperdício de material, podemos associar grande parte desse desperdício às operações de *setup* que na sua totalidade demoram uma média de 80 minutos;
3. O planeamento da produção, pela diversidade de produtos produzidos é também uma questão a considerar uma vez que em todos os processos os recursos são compartilhados pelas várias produções. O planeamento da produção é feito para 2/3 meses com base na procura, no mesmo período de tempo do ano anterior ou por encomendas. Posto isto, a produção é alocada às linhas de extrusão consoante prazos de entrega, disponibilidade das linhas e as necessidades de *setup* perante a ferramenta presente na linha. Isto afeta não só a disponibilidade do equipamento e do operador como também está a criar a existência de elevado *stock* intermédio;

4. Na Heliflex a produção tanto é realizada para satisfazer uma encomenda do cliente ou, caso não existam encomendas, é produzido para *stock* de modo a antecipar uma futura necessidade do cliente. Esta abordagem resulta numa grande quantidade de *stock* de produto final. É no armazém de produto final que se regista uma maior “perda de tempo” em *stock*, 643,4 horas, representando 53% do lead time total;
5. O primeiro ponto de armazenamento apresenta um tempo de espera, da quantidade necessária de granulado para a produção de um rolo Helijardim Gil/Costa Nova 19mm 25mt, de 72,41 horas. Neste primeiro ponto é normal existir alguma quantidade de material armazenado por se tratar de matérias-primas usadas na produção de todos os produtos da empresa, o que leva à existência de um *stock* de segurança caso haja falhas por parte dos fornecedores. As matérias-primas que entram no processo produtivo não passam por nenhum controlo por parte da Heliflex e muitas vezes a matéria-prima não apresenta as características desejadas levando a adaptações durante a produção do granulado. Com isto, a reação do material no processo de extrusão não é uniforme provocando instabilidade no processo;
6. Entre o processo de mistura e de extrusão regista-se também um grande valor de lead-time, 449,24 horas, que diz respeito à quantidade de granulado armazenado, sendo importante realçar a espera de produção das ordens de fabrico devido à indisponibilidade dos recursos de, em média, 40 horas. Isto é provocado pela falta de planeamento entre os processos mas também pela falta de controlo e instabilidade do processo de extrusão que origina desperdício. Com isto, muitas vezes é produzida uma quantidade de granulado maior que a necessária para uma certa ordem de fabrico, para precaver situações de maior desperdício de material, ficando acumulado em *stock*;
7. Entre o processo de extrusão e o da embalagem existe um ponto de armazenagem de WIP. O produto aguarda a confirmação de conformidade, dada pelo departamento de qualidade, e a recolha por parte da equipa de embalagem. Normalmente os contentores ficam armazenados no final das linhas de extrusão ou, caso não haja espaço disponível, ficam espalhados por espaços livres no setor Helivil sendo que cada rolo de 25 metros produzido nas linhas 17/18/19 enfrenta em média uma espera de 10,89 horas. Este excesso de WIP muitas vezes impossibilita o acesso a outro material armazenado, ocupa áreas que poderão ser destinadas para outros efeito e cria insegurança nas deslocações realizadas dentro do setor. O problema aqui identificado está relacionado com o facto do departamento de qualidade e a área de embalagem só operarem no turno diurno, enquanto o processo de extrusão ocorre continuamente ao longo da semana durante os três turnos. Também se pode destacar a falta de planeamento uma vez que os produtos são embalados perante as circunstâncias, sendo elas: a urgência no prazo de entrega, a necessidade de realização de *setup* (mudança de filme PE) ou consoante a necessidade de libertar contentores onde é armazenado WIP;
8. É notória a falta de senso de organização e limpeza no setor Helivil. Desde a incorreta disposição e falta de identificação das ferramentas e instrumentos usados para as tarefas dos operadores, sujidade existente nas máquinas, postos de trabalho e chão, locais de disposição de ferramentas e material sem marcação, *layout* com marcações pouco visíveis ou inexistentes bem como material obsoleto e desnecessário presente na linha, em locais de armazenamento e em locais de deposição de ferramentas. Todas estas situações demonstram também falta de padronização e disciplina no posto de trabalho, contribuindo diariamente para os desperdícios produzidos no processo de extrusão e afetando as condições de trabalho dos operários;

9. A gestão do chão de fábrica neste setor também se torna um fator crítico para o processo produtivo. Apesar de definidas funções para o Chefe de Turno e Chefe de Setor, essa definição é vasta e não está de acordo com as necessidades e com os deveres de um líder. Estas duas chefias também não mostram preocupação em implementar um ritmo de produção nos operários o que provoca, por exemplo, aumento de tempos de ciclo, de lead-time, de tempos de *setup*, etc;
10. Por último, foi importante ouvir os operários pois são quem está diretamente em ‘contacto’ com o processo durante mais tempo. É de destacar as queixas constantes ouvidas por falta de manutenção dos equipamentos destinados ao processo de extrusão, bem como dos equipamentos de apoio ao processo, que muitas vezes provocam falhas no processo provocando não só desperdício mas também *stress* e carga de trabalho ao operário.

4.1.4. Propostas de Soluções de Melhoria

Depois de feita uma análise exaustiva do sistema produtivo relacionado com o setor Helivil através da criação do VSM da situação atual, da análise da gestão da produção, procedeu-se à identificação de problemas. Por fim, foram identificadas propostas de soluções de melhoria, que se apresentam na tabela 9. Na tabela são sugeridas várias soluções destinadas, cada uma delas, a um Processo/Área, associadas aos problemas identificados na subsecção 4.1.3 e são também descritos os objetivos pretendidos com a implementação dessas soluções.

Tabela 9- Soluções de melhoria propostas

#	Proposta de melhoria	Processo/Área	Problemas identificados	Objetivo
1	Registo de Indicadores e de tempos de processo	<ul style="list-style-type: none"> – OEE (por linha) no processo de extrusão. – Tempos de ciclo (misturadoras, extrusão e embalagem) – Tempos de <i>setup</i> no processo de extrusão – Desperdício de material associado à causa, no processo de extrusão 	1/2/10	<ul style="list-style-type: none"> – Registrar, divulgar e propor objetivos para os Indicadores; – Controlar o processo; – Detetar fontes de desperdício.
2	SMED	<ul style="list-style-type: none"> – Extrusão 	2	<ul style="list-style-type: none"> – Reduzir tempos de <i>setup</i>; – Normalização do procedimento; – Reduzir desperdício de material.

3	Planeamento da Produção	– Extrusão e Embalagem	3/4/6	<ul style="list-style-type: none"> – Implementar os princípios do sistema pull; – Reduzir <i>lead-time</i>, <i>stock</i> final;
4	Embalagem realizada em 2 turnos e destinar funções de controlo de qualidade a mais colaboradores	– Embalagem e 3º ponto de armazenamento	7	<ul style="list-style-type: none"> – Criar produção totalmente contínua entre o processo de extrusão e a embalagem.
5	5S	– Em toda a fábrica	8	<ul style="list-style-type: none"> – Melhorar as condições e segurança do local de trabalho; – Reduzir pequenas perdas de tempo; – Mudar a cultura existente entre todos os colaboradores.
6	Normalizar Procedimentos	– Extrusão, Embalagem e Processos de recolha de material.	1/2/7/9	<ul style="list-style-type: none"> – Reduzir a variabilidade dos processos; – Reduzir tempos de <i>setup</i> e tempos de ciclo; – Reduzir desperdício de material.
7	Criar supermercados	– Ponto de armazenamento nº 1/2 e armazém de produto final	5/6/4	<ul style="list-style-type: none"> – Definir mínimos e máximos de material armazenado; – Evitar ruturas; – Reduzir <i>lead-time</i>.

4.1.5. Definição do estado futuro desejado

Com base no VSM do estado atual desenvolvido e após a identificação de fontes de desperdício e de ações de melhoria, procedeu-se à definição do estado futuro desejado para o fluxo de valor realçando as fontes de desperdício, com o objetivo de melhorar o desempenho do processo produtivo de tubos Helijardim Gil/Costa Nova com 19 mm de diâmetro e 25 metros de comprimento. O estado futuro desejado é apresentado no VSM que se apresenta na figura 25 onde mais uma vez foi utilizada a simbologia presente no Anexo A.

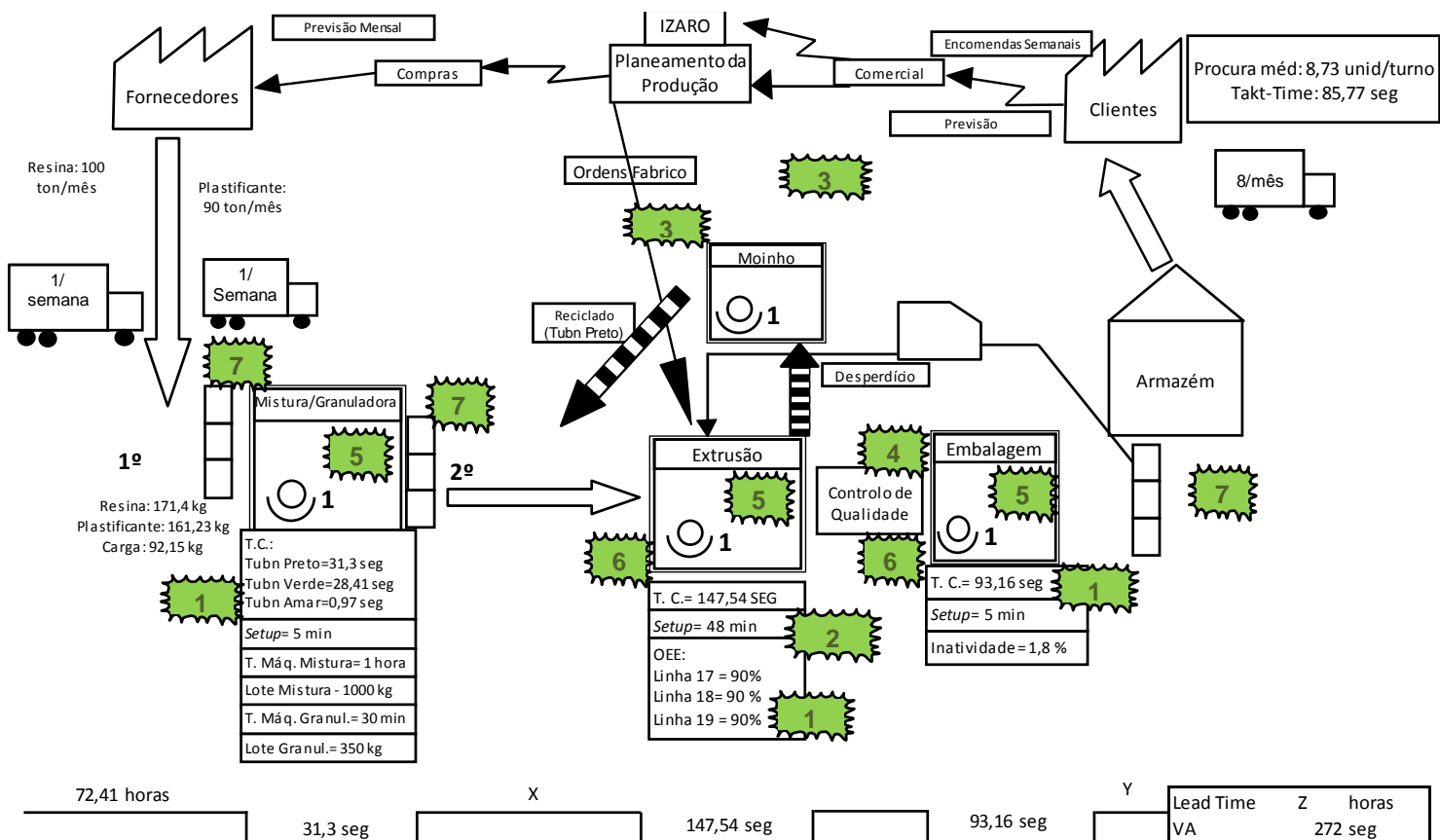



Figura 25- VSM do estado futuro desejado

Neste mapa estão representadas, com o símbolo , as possíveis soluções de melhoria identificadas na subsecção anterior com a numeração respetiva. Idealmente o processo produtivo deveria ocorrer, todo ele, em sistema pull, mas pelo facto do processo de extrusão apresentar muita variabilidade no que respeita ao consumo de material e o seu tempo de ciclo ser bastante elevado, comparando com os restantes, este assume-se como o ponto de estrangulamento de todo o processo produtivo. Posto isto, a produção deverá ser planeada a partir do processo de extrusão e com a criação de um supermercado entre o primeiro processo e o de extrusão, em que são definidas quantidades mínimas e máximas de granulado, o processo de mistura/granuladora irá ter a perceção da necessidade de produção dos respetivos granulados. Também poderão ser definidas quantidades mínimas e máximas para um supermercado no primeiro ponto de armazenamento (matéria-prima).

Com o registo de indicadores de produção e posteriormente a sua análise, prevê-se ser possível aumentar a eficiência do processo de extrusão e consequentemente reduzir o tempo de ciclo e melhorar o indicador OEE. A implementação de SMED no processo de extrusão levará a uma redução do tempo de *setup* (previsão média inicial de 40% segundo Shingo, 1985) e por conseguinte um aumento da disponibilidade do equipamento. Também no processo de extrusão, é possível reduzir o tempo de ciclo do processo com o aumento da velocidade de extrusão, uma vez que foi observado, no trabalho apresentado na subsecção 4.4, que a velocidade esperada não está a ser cumprida. O WIP entre o processo de extrusão e a embalagem poderá ser eliminado conjugando um planeamento entre os dois processos e com um aumento dos recursos da embalagem (+ 1 turno).

Por fim, o dimensionamento de mais um supermercado desta vez no último ponto de armazenamento, de produto final, que ao atingir uma quantidade mínima desencadeará uma ordem de produção através de kanban para o processo gargalo, o processo de extrusão, e com isto reduzir o lead-time neste ponto.

Das melhorias propostas, o presente projeto incidiu na implementação de 5S, aplicação de SMED e na implementação do Indicador OEE. Pelo que foram atribuídas variáveis (X, Y e Z) nos valores de lead-time do VSM do estado futuro uma vez que não foram discutidos objetivos para a redução dos mesmos.

4.2. Implementação 5S

Com a elaboração do VSM identificou-se um grande problema, em toda a fábrica, de limpeza, organização, padronização e disciplina no posto de trabalho que origina desperdícios de tempo, mal-estar e *stress* para o operário, desorganização, áreas excessivamente ocupadas, etc.

Perante isto, e indo de encontro com o objetivo da Heliflex com este projeto de melhorar as condições de trabalho para os operários, propôs-se a implementação da metodologia 5S apresentada na subsecção 2.5.2. Esta metodologia Japonesa de manutenção das condições ótimas do local de trabalho e que visa a redução de desperdícios é eficaz e de simples aplicação apesar de acompanhada por alguma resistência por parte dos colaboradores, uma vez que influencia diretamente os métodos de trabalho existentes. A implementação do 5S tem como objetivo melhorar as condições de trabalho e reduzir pequenos desperdícios e fundamentalmente provocar uma mudança cultural, incutindo a melhoria contínua nos colaboradores, e por isso é a melhor abordagem inicial para a implementação da cultura *lean* dentro da Heliflex.

4.2.1. Análise da Situação Inicial

Seguindo a análise feita inicialmente para o presente trabalho, foi definido implementar a metodologia 5S no setor Helivil, onde as melhorias eram urgentes. Dada a dimensão do setor, foram definidas pequenas 'áreas 5S' (áreas fabris não apresentadas por motivos de confidencialidade) para facilitar a implementação tendo como critério as características de cada área, sendo elas:

Tabela 10- Características das áreas 5S

Característica	Áreas
Postos de trabalho	1,5 e 6
Armários de Ferramentas	3 e 7
Estantes	2 e 4

Definidas as áreas de atuação, foi necessário realizar auditorias para caracterizar a situação inicial relativamente à prática de tarefas relacionadas com a metodologia 5S. Para tal foi elaborada uma *check-list* de acordo com os cinco sentidos: Triagem; Organização; Limpeza; Padronização e Disciplina; e enquadrada com a realidade da Heliflex (anexo G). A *check-list* apresenta um sistema de pontuação de 0-10 (0 - completamente desacordo, 10 - completamente de acordo) atribuída a 30 questões distribuídas pelos diferentes sentidos, sendo também feitas observações importantes durante a realização da auditoria. Cada questão da *check-list* tem um peso, diferente pelos 5 sentidos, na quantificação do estado atual que é expresso numa escala de 0-100. Esse peso depende do número de questões de cada senso, e é calculado pela divisão de 10 pelo número de questões.

Foram então feitas auditorias em diferentes dias, às 7 áreas definidas com a colaboração de diferentes colaboradores (exemplo no anexo G), com os seguintes resultados:

Tabela 11- Resultados auditoria da situação inicial 5S

Resultados						
Área	Sentidos					Estado inicial por área
	Triagem (peso= 1,667)	Organização (peso= 1,428)	Limpeza (peso= 1,667)	Padronização (peso= 1,667)	Disciplina (peso=2)	
1	46,7	41,4	51,7	18,3	10	42,03
2	38,3	18,6	55	11,7	0	30,90
3	30	31,43	46,67	13,33	0	30,36
4	18,3	8,57	30	16,7	0	18,39
5	45	36	48	28	10	41,75
6	55	57,1	50	23,3	0	46,35
7	41,67	37,14	51,67	18,33	0	37,20
Setor Helivil	39,28	32,89	47,58	18,52	2,86	35,28
Estado desejado	100	100	100	100	100	100



Figura 26- Gráfico estado inicial 5S do setor Helivil

Conseguiu-se também destacar as seguintes observações feitas durante a realização das auditorias:

- Excesso de material/equipamento armazenado;

- Material obsoleto presente no local de trabalho;
- Inexistência de locais definidos para ferramentas e certos materiais/equipamentos;
- Inexistência de identificações (ferramentas, armários, estantes);
- Excesso de fios elétricos no chão.

4.2.2. Definição da situação futura

Com o presente trabalho pretende-se desenvolver um método para a prática do 5S dentro do setor Helivil e para isso foi elaborado material de apoio e realizadas sessões em todas as áreas e realizadas ações pontuais 5S que apoiam as operações do processo de extrusão do VSM construído, ou seja, para as linhas 17/18/19.

4.2.3. Definição e Implementação de ações 5S

Começou-se por definir que seriam realizadas atividades 5S nas duas primeiras horas do primeiro turno semanal (segunda-feira 08:00h-10:00h) uma vez que durante este tempo os operários têm que esperar pelo aquecimento das extrusoras antes de iniciar qualquer produção. Foram então realizadas sessões de 5S (figura 27) nesses períodos em todas as áreas ao longo de 7 semanas, começando por uma pequena explicação da metodologia e dos seus benefícios de modo a ‘amenizar’ alguma resistência que possa existir por parte dos colaboradores. No mesmo sentido, foi colocado no *gemba* um cartaz explicativo da metodologia, com exemplos de boas práticas (anexo H).



Figura 27- Sessão 5S

As sessões realizadas contemplaram as etapas de triagem, organização, limpeza e padronização e ajudaram a iniciar a mudança cultural pretendida e melhorar o local de trabalho.

- **Ações 5S**

Foram também realizadas algumas ações 5S (figura 28 e 29) que apoiam operações relacionadas com o processo de extrusão do setor Helivil com o objetivo de facilitar e reduzir o tempo destinado para as mesmas, especialmente as operações de *setup*, como podemos ver nas tabelas seguintes:

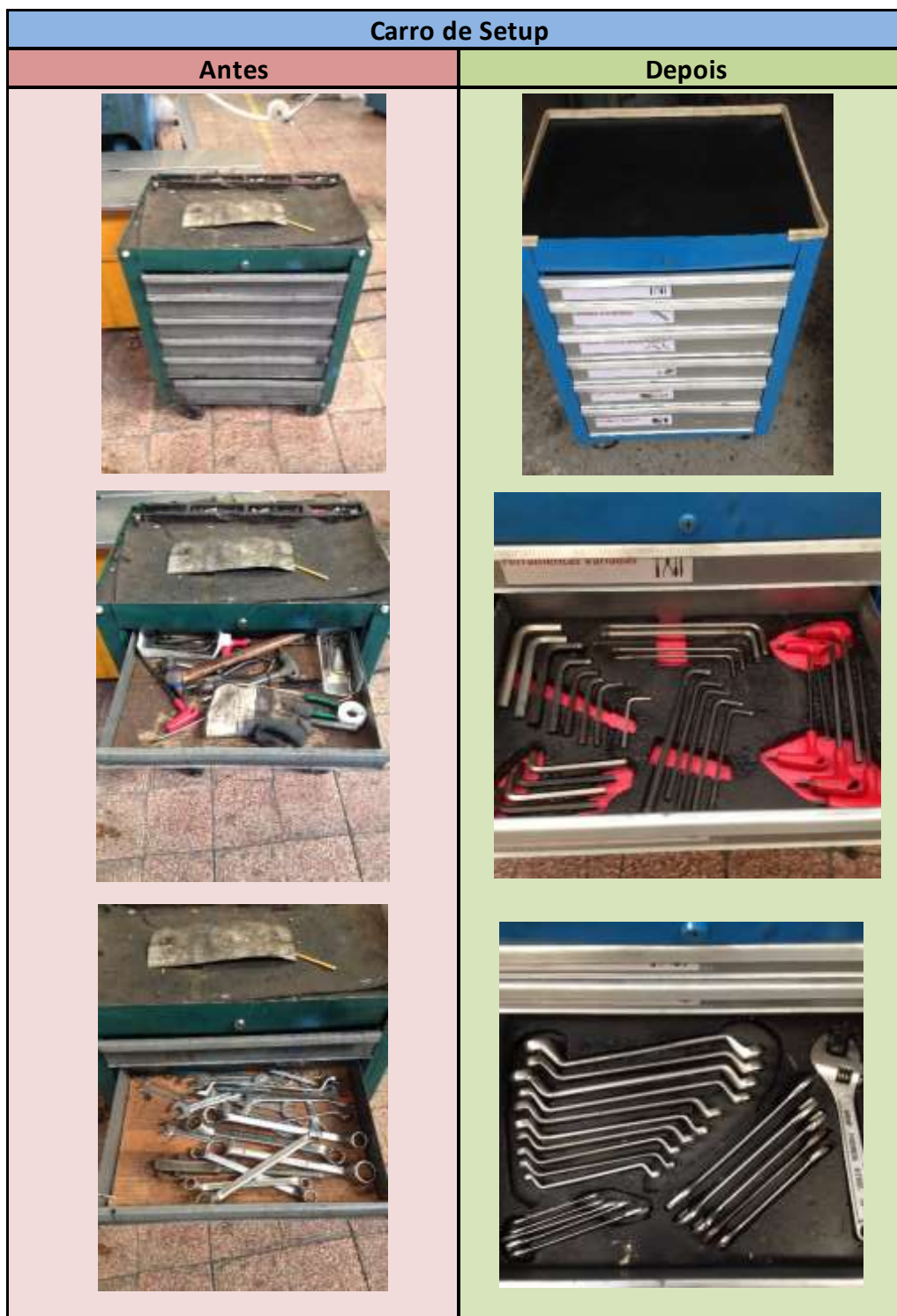


Figura 28 - Ações 5S no carro de setup



Figura 29 - Ações 5S na ferramenta

Em relação ao carro de *setup*, este foi restaurado e feita uma organização da ferramenta de apoio ao definir gavetas para cada tipo de ferramenta, facilitando assim a sua procura. Quanto à ferramenta para o *setup*, foram definidos e identificados locais de deposição com o auxílio da máquina DYMO de impressão de etiquetas. Foram também marcadas algumas ferramentas que não tinham qualquer identificação (Teflons).

- **Sugestões**

Depois de realizado algum trabalho é perceptível a necessidade de dar continuidade à realização de sessões 5S nos períodos definidos bem como a realização de auditorias para avaliar a respetiva implementação. Como o presente projeto envolvia a aplicação de outras ferramentas *Lean*, apenas foi realizada uma sessão em cada uma das áreas e realizadas duas ações 5S, é então sugerido que se realizem continuamente sessões 5S bem como ações pontuais onde necessário e com isto desenvolver normas para cumprir com a disciplina imposta pela prática dos 5S.

É feita a sugestão de implementar um sistema de registo e controlo de não-conformidades utilizando a estratégia *Red Tag* (anexo I) no dia-a-dia encorajando os operadores a melhorar o local de trabalho e facilitando o esforço na redução de desperdício e com isto manter as práticas de triagem, organização e limpeza.

4.3 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Os tempos “excessivos” de *setup* no processo de extrusão é também um dos problemas identificados no sistema produtivo analisado. Para além de excessivos, os tempos de *setup* na Heliflex nunca foram alvo de análise.

Os setups influenciam negativamente a produtividade de uma empresa, implicando um aumento do tempo de resposta às necessidades impostas pelo cliente. Uma boa abordagem a ser feita para a redução destes tempos consiste na aplicação da metodologia SMED, com o objetivo de maximizar a utilização dos meios e aumentar a flexibilidade dos processos, aspetos essenciais em ambientes de grande diversidade de produtos como é o caso da Heliflex.

Posto isto e uma vez que os *setups* não podem ser eliminados, torna-se necessário organizar e otimizar estas operações de forma a eliminar pequenos desperdícios de tempo e consequentemente aumentar a produtividade. Para isso foi aplicada a metodologia SMED, tendo sido realizada uma análise das operações de *setups* atuais, definida uma situação futura e por fim implementadas ações.

4.3.1. Operações Setup – situação atual

O estudo iniciou com a identificação de todas as operações de *setup* que podem ocorrer numa linha de extrusão, sendo elas:

- Mudança de Interior – Diâmetro Interior;
- Mudança de Fio Poliéster;
- Mudança de Cobertura – Diâmetro Exterior e nº de listas;
- Mudança de Material.

A necessidade de operações de *setup* para a mudança de produção numa mesma linha de extrusão tanto pode englobar todas estas operações, como três, duas ou apenas uma delas.

O cenário atual dos processos de mudança de ferramentas (*setups*) é problemático e podemos destacar vários aspetos negativos, em que mais uma vez está presente o problema 9, identificado na subsecção 4.1.3. do presente capítulo, relacionado com a gestão do chão de fábrica. Não existe nenhum procedimento padrão para a realização do processo nem tão pouco a sua monitorização. A necessidade de se realizar operações de *setup* é determinada pelo Diretor de Produção ao fazer o planeamento da produção para cada linha. O CT obtém a informação que existe necessidade de mudança de ferramenta numa linha de extrusão, bem como quais são as operações de *setup* necessárias realizar, através da observação das ordens de produção em espera na respetiva linha. Estas operações são realizadas maioritariamente pelo CT ou pelo operador da linha caso este tenha a experiência necessária. O CS praticamente só procede a mudanças que exijam um nível de experiência elevado (em algumas linhas de extrusão), pelo que não acompanha o planeamento das operações de *setup* consideradas normais nem tem qualquer controlo sobre a sua realização. Nestes casos o CS apenas é solicitado pelo CT face a acontecimentos anormais, que habitualmente acontecem durante os arranques de produção, resultando numa gestão reativa no que respeita às operações de *setup*.

O tempo de realização das operações é grande e muitas vezes, como a extrusão não é completamente parada, causa desperdício de material. O desperdício de tempo aqui evidenciado está relacionado com a falta de análise, organização e otimização dos procedimentos bem como a falta de organização dos materiais/ferramentas de apoio às operações (análise feita antes da implementação de 5S).

4.3.2. Operações Setup – situação futura

O objetivo a alcançar no futuro é conseguir organizar as operações, designar operadores, otimizar as tarefas e tornar o procedimento padronizado e documentado, através da realização da análise de todas as operações de *setup*. Com isto espera-se que as operações de *setup* se realizem de forma rápida e eficaz sem qualquer tipo de dificuldade por parte dos intervenientes.

4.3.3. Implementação SMED

Depois de realizada uma primeira análise da situação atual relativamente às operações de *setup*, onde foram identificados alguns problemas, e caracterizada uma situação futura para estes, procedeu-se então à aplicação da metodologia SMED através de um plano de ação que envolve 5 fases, apresentado em seguida:

1. Identificar e descrever todas as atividades realizadas durante o *setup*;
2. Separar as atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo;
3. Transformar as atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo;
4. Desenvolver soluções para reduzir os tempos das tarefas;
5. Documentar todas as operações de *setup*.

Dada a dimensão de todo o presente trabalho, foi definido aplicar o plano de ação à operação de *setup* que mais se verificava durante o período de trabalho do estagiário (08:30h-17:30h), tendo sido escolhida a mudança de cobertura (diâmetro exterior e nº de listas).

Para a identificação e descrição de todas as atividades realizadas durante o *setup* foi necessário proceder à recolha de dados através de filmagens e observação de todo o processo, assim como proceder à identificadas as ferramentas utilizadas. Apenas foram realizadas 2 filmagens, focadas nas operações e movimentações realizadas pelo CT (diferentes nas 2 filmagens), que resultaram no desenvolvimento de duas tabelas (tabela 12 e anexo J) onde são descritas todas as tarefas realizadas, a sua duração e onde também se procedeu à distinção das atividades em internas e externas.

Tabela 12- Identificação das tarefas realizadas durante uma mudança de cobertura e sua designação

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	TIPO	Tempo (seg)
Paragem de produção/Preparação do Setup		510
Baixa temperaturas das extrusoras (interior, exterior e lista)	Interna	150
Corta tubo na primeira extrusora, tira tubo calibrador de ar e reduz quantidade de saída de material	Interna	20
Desliga último puxo, corta tubo antes do banho e antes do enrolador	Interna	30
Desliga os outros dois puxos e trançadeira	Interna	15
Tira material da tremonha da 2ª extrusora (40 seg)	Interna	40
Tira material da tremonha da extrusora das listas (20 seg)	Interna	
Pega em ficha técnica e procura ferramenta a montar (matriz e cone)	Interna	105
Vai ter com chefe de setor para verificar a ferramenta uma vez que não encontrou exatamente a necessária	Interna	150
Desmontagem		426
Leva carro até à zona de <i>setup</i>	Interna	8
Pega em chave e desaperta aperto da extrusora da lista ao tubo de entrada de material (2 parafusos)	Interna	40
Coloca aperto no carro e afasta extrusora da lista	Interna	12
Desenrosca tubo com bolacha da resistência da extrusora da lista e coloca-a no carro	Interna	14
Tira material extrudido do tubo de entrada de material da lista	Interna	15
Procura ferramenta de apoio (chave)	Interna	5
Desaperta tubo de entrada de material da lista (chave)	Interna	14
Coloca ferramenta no carro	Interna	6
Desliga resistência (zona c) da cabeça da extrusão da camada exterior	Interna	3
Desaperta resistência da matriz (1 parafuso)	Interna	7
Procura chave luneta	Interna	19
Afasta banho de arrefecimento	Interna	8
Desaperta bolacha da cabeça (4porcas 1 chave)	Interna	65
Tira bolacha com auxílio de chave e coloca-a no carro	Interna	26
Pega em chave e desaperta 4 parafusos na cabeça, de aperto da matriz	Interna	23
Tira matriz com auxílio de chave e coloca-a no carro	Interna	7
Tira material extrudido agarrado ao cone (alicate + pistola de ar)	Interna	19
Coloca saca no cone e aperta-o (chave + martelo)	Interna	21
Desaperta cone (saca + martelo)	Interna	14
Desaperta saca (chave)	Interna	7
Desenrosca cone e coloca-o no carro	Interna	10
Limpa interior da cabeça (escova de arame + pistola de ar)	Interna	42
Limpa entrada de material da lista na cabeça (pistola de ar + ferramenta de apoio)	Interna	41

Montagem		804
Lubrifica interior da cabeça, entrada de material da lista e parafusos de aperto da bolacha	Interna	16
Pega em cone a montar e enrosca-o à cabeça	Interna	17
Pega em saca e aperta-o ao cone (chave + martelo)	Interna	17
Aperta cone (saca + martelo)	Interna	4
Desaperta saca do cone	Interna	5
Arruma ferramenta de apoio no carro	Interna	8
Pega em matriz a montar e lubrifica-a	Interna	10
Aperta ligeiramente matriz à cabeça	Interna	11
Coloca bolacha na cabeça	Interna	15
Aperta bolacha, 4 porcas (1 chave)	Interna	70
Aperta resistência à matriz (1 parafuso)	Interna	13
Arruma ferramenta no carro	Interna	17
Liga ficha da resistência	Interna	3
Verifica e retifica espessura da parede exterior, ao apertar 4 parafusos de aperto da matriz (chave + 'papa folgas')	Interna	103
Procura Teflon	Interna	230
Coloca Teflon	Interna	5
Insere nova marcação na máquina	Interna	260
Total (min)		29,00

As operações de *setup* envolvem 4 fases: Paragem de produção; Desmontagem; Montagem; e Arranque da produção. Não havendo qualquer controlo das operações, tanto pelo CS como pelo departamento de produção, bem como a falta de uma cultura focada na produtividade observada durante a realização deste trabalho, houve dificuldade em conseguir um registo integral das operações pois estas nem sempre se realizavam de forma sequencial. Pelo que, na observação registada na tabela 12 (análise 1) não está presente o arranque da produção por esta só ter sido realizada no turno seguinte. No anexo J (análise 2) está presente a operação de *setup* na íntegra.

A partir das filmagens/observações realizadas conseguiu-se perceber vários tipos de problemas existentes bem como possíveis soluções. Em primeiro lugar importa referir que todas as atividades são realizadas depois de finalizada a produção anterior e por isso mesmo foram todas identificadas como atividades internas. A fase de paragem e a fase de arranque da produção são aquelas que apresentam maior variabilidade, no que respeita ao procedimento, entre os vários CT. As fases de montagem e desmontagem seguem praticamente o mesmo procedimento, independentemente de quem as realiza, e depois de analisadas com o CS, a sequência das tarefas foi considerada correta.

Nos dados recolhidos é possível verificar que durante a paragem de produção, aquando da operação de montagem e da operação de desmontagem, são realizadas tarefas que poderiam ser realizadas antes de se iniciar a mudança de *setup*. Essas tarefas estão na tabela 12 e anexo J a atividades externas, o que neste caso significa realizá-las antes de iniciar a paragem da linha de extrusão. Estas tarefas dizem respeito sobretudo à procura e à arrumação de ferramentas a montar e a ferramentas de apoio. A tarefa assinalada a vermelho representa um acontecimento extraordinário, resultante da má identificação da ferramenta a montar e inexistência de local para o seu depósito. A tarefa assinalada a laranja representa uma tarefa que também é possível ser transformada em externa ou então destinada ao operador da linha.

A análise 2 apresenta um tempo total de operação de *setup* (35,73 minutos) superior à análise 1 (29 minutos), o qual se justifica essencialmente pelo facto de estar contabilizada a fase de arranque. Mas apesar disso conseguimos perceber que na análise 2 o CT teve uma maior eficácia durante as fases de desmontagem e montagem. Este aspeto poderá ser resultado da diferença de experiência entre os CT e também da falta de controlo do processo e de procedimentos padrão bem como de falta de motivação.

Posto isto foi desenvolvida uma instrução para a preparação do *setup* onde são identificadas as ferramentas necessárias para proceder à mudança para que a operação de *setup* seja realizada de forma mais rápida, e também desenvolvido um procedimento padrão para as fases de desmontagem e montagem. Estes documentos estão presentes no manual de operações de *setup* criado para o setor Helivil (figura 30 e anexo K).



Figura 30- Manual de Operações de SETUP - Helivil

Depois de elaborada a instrução de preparação do *setup* e apresentada aos CT, procedeu-se à realização e filmagem da operação respeitando a instrução imposta, resultando na seguinte tabela:

Tabela 13- Operação de *setup* após transformação de atividades internas em externas

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	TIPO	Tempo (seg)
Preparação do Setup		274
Observar fichas técnicas e verificar ferramentas a trocar	Externa	16
Pegar na ficha técnica e transportar carro <i>setup</i> para zona dos armários	Externa	20
Verificar ferramenta necessária e colocar em cima do carro <i>setup</i>	Externa	46
Transportar carro <i>setup</i> até à zona da mudança	Externa	15
Colocar ferramenta de apoio em cima do carro <i>setup</i>	Externa	27
Ir buscar maçarico	Externa	30
Preparar nova marcação	Externa	120
Paragem da Produção		272
Baixa temperaturas da extrusora da cobertura (60 seg)/ Retirar material da extrusora da cobertura e colocar novo material (77 seg) (atividades realizadas em paralelo)	Interna	77
Baixar temperaturas da extrusora da lista e desligar máquina de vácuo/ Baixar temperaturas da extrusora do interior (atividades realizadas em paralelo)	Interna	60

Esperar pela saída de novo material da cobertura	Interna	90
Parar extrusão do interior	Interna	15
Cortar fio poliéster e parar trançadeira	Interna	15
Parar extrusão da cobertura e lista	Interna	15
Desmontagem		208
Desliga resistência e termocabo da extrusora da lista	Interna	5
Desaperta aperto da extrusora da lista	Interna	25
Afasta extrusora da lista	Interna	5
Retira tubo com resistência da extrusora da lista	Interna	9
Limpa tubo de entrada de material da lista	Interna	12
Desliga e desaperta resistência da matriz	Interna	6
Desaperta bolacha da cabeça	Interna	28
Retira bolacha e coloca em cima do carro <i>setup</i>	Interna	10
Desaperta e tira matriz	Interna	16
Retira material extrudido da matriz desmontada	Interna	11
Retira material extrudido agarrado ao cone	Interna	11
Coloca saca no cone e aperta-o	Interna	18
Desaperta cone	Interna	6
Desaperta e retira saca	Interna	9
Desenrosca e retira cone da cabeça de extrusão	Interna	8
Limpa interior da cabeça	Interna	16
Lubrifica interior da cabeça e entrada da lista	Interna	13
Montagem		201
Enrosca novo cone na cabeça de extrusão	Interna	17
Aperta saca ao cone	Interna	19
Aperta cone (saca + martelo)	Interna	7
Retira saca	Interna	3
Lubrifica matriz a montar	Interna	5
Aperta ligeiramente a matriz à cabeça	Interna	17
Coloca bolacha na cabeça de extrusão	Interna	8
Aperta bolacha	Interna	33
Aperta resistência à matriz	Interna	8
Acaba aperto da matriz	Interna	17
Liga resistência e termocabo da matriz	Interna	7
Enrosca tubo da lista com resistência à entrada de material da lista	Interna	8
Coloca extrusora da lista na posição correta	Interna	10
Aperta extrusora da lista ao tubo	Interna	30
Liga resistência e termocabo da extrusora da lista	Interna	5
Troca Teflon	Interna	7
Total (min)		15,92
Total Trabalho Interno (min)		11,35

Como se pode verificar na tabela 13, o tempo total da operação pós-SMED foi de 15,92 minutos o que comparado com as observações pré-SMED é relativamente inferior. Tal como a análise 1, a análise pós-SMED não conta com a fase de arranque da produção e quem realizou as duas operações foi o mesmo

CT. Identificado o melhor termo de comparação, análise 1-análise pós-SMED, registou-se uma poupança de tempo total de operação de 13,08 minutos (45,10%).

Esta redução do tempo total da operação é resultado de dois fatores:

1. Com a instrução de preparação do *setup*, onde o operador é alertado para a concentração e foco na eficácia necessária durante a operação de *setup*, e a folha do procedimento operatório das fases de desmontagem e montagem, conseguiu-se que o mesmo operador da análise 1 realizasse as tarefas de forma mais eficaz.
2. As ações de 5S desenvolvidas ao nível do armário da ferramenta e o carro de apoio ao *setup* resultaram numa melhor organização e identificação, o que levou a uma redução do tempo de procura da mesma.

Com a implementação de uma ‘nova fase’ no procedimento, a preparação do *setup*, conseguiu-se transformar tarefas até então realizadas depois da paragem da linha de extrusão, conforme as outras tarefas iam sendo realizadas, em tarefas externas o que levou a uma poupança no tempo necessário para a realização do trabalho interno. Anteriormente toda a operação era realizada 100% com a linha de extrusão parada e com esta transformação o trabalho interno representa 71,3% na observação registada, pelo que 28,7% são atividades externas em que a disponibilidade da linha de extrusão não é afetada.

A instrução da preparação do *setup* e a folha com o procedimento padrão da operação para a mudança de cobertura poderão ser replicadas para o processo de mudança de interior (depois de serem também analisadas através de observações), o que juntamente com as ações 5S acima mencionadas se estima que levará ao mesmo tipo de poupanças.

4.4. Indicador OEE

Nesta secção apresenta-se o trabalho desenvolvido relativamente à introdução de indicadores de produção na Heliflex, mais concretamente o indicador OEE, com o objetivo de monitorizar a eficácia do equipamento no processo de Extrusão.

Dando seguimento à análise efetuada através do VSM (4.1.), este trabalho foi desenvolvido para as linhas 17/18/19 e teve como suporte o estudo da literatura presente na subsecção 2.5.4. Começou-se por fazer uma análise da situação atual relativamente ao controlo e monitorização de indicadores no processo de extrusão. Em seguida definiu-se a situação futura desejada e o plano de ação para a atingir, e por fim, procedeu-se à análise dos resultados obtidos.

4.4.1. Indicadores de Produção – Situação atual

O processo de extrusão pode ser definido como o processo mais ‘crítico’ de todo o sistema produtivo. Para além de apresentar o maior tempo de ciclo (187,77 segundos) é o processo onde ocorre a transformação física do material em produto final, com recurso a uma série de equipamentos que formam uma linha de extrusão e onde se produz diariamente uma quantidade significativa de desperdício de material.

O único controlo existente neste processo diz respeito à quantificação do desperdício de material criado e à sua possível causa, em termos das unidades produzidas e em termos do seu peso (kg), ao longo de um dado período de tempo.

4.4.2. Indicadores de Produção – Situação Futura

Os resultados da monitorização de indicadores de produção fornece aos gestores informações que permitem avaliar o desempenho da organização e identificar desperdícios, ajudando nas tomadas de decisão relativamente às necessidades de melhoria para aumentar a sua competitividade no mercado.

Posto isto e dada a situação atual no que respeita ao controlo do processo de extrusão, que apresenta uma grande dependência dos equipamentos, considera-se importante a monitorização do indicador OEE de forma a perceber a eficácia das linhas de extrusão.

A introdução deste indicador pretende fornecer uma avaliação das linhas de extrusão em termos globais de eficácia, considerando as seguintes componentes: Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.

4.4.3. Implementação do Indicador OEE

Como referido na subsecção 2.5.4., o OEE é um indicador ‘tridimensional’ que reflete as principais perdas relacionadas com o equipamento de produção, uma vez que é calculado através de três fatores:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade}$$

Para a implementação deste indicador revelou-se imprescindível o conhecimento profundo do processo para que fosse possível identificar todas as perdas associadas ao processo e relacioná-las com os três fatores. As perdas identificadas no processo de extrusão são:

- Velocidade de extrusão imposta (eficiência);
- Sistema de calibração a ar, do diâmetro interior (qualidade);
- Fio poliéster partido/preso na trançadeira (qualidade), o que poderá levar a paragens do equipamento superiores a 5-10 minutos (disponibilidade);
- Velocidade da trançadeira, originando produção não-conforme (qualidade);
- Caudal de saída de extrusão (qualidade);
- Mudança de granulado (qualidade);
- *Setups* (disponibilidade);
- Aquecimento das extrusoras (disponibilidade);
- Avarias (disponibilidade);
- Falta de Operador (disponibilidade);
- Arranques/Paragens (eficiência).

No que respeita às paragens planeadas da produção das linhas de extrusão pode-se identificar as atividades de manutenção planeadas, a ausência de ordens de fabrico para a respetiva linha, atividades de formação aos colaboradores e reuniões. Os períodos destinados a refeições não são incluídos na Heliflex uma vez que a linha de extrusão não pára durante esse período, sendo um operador de outra linha a fazer a compensação.

Com isto conseguiu-se perceber a relação entre todas as perdas que ocorrem durante o processo de extrusão na Heliflex e os três fatores que compõem o OEE:

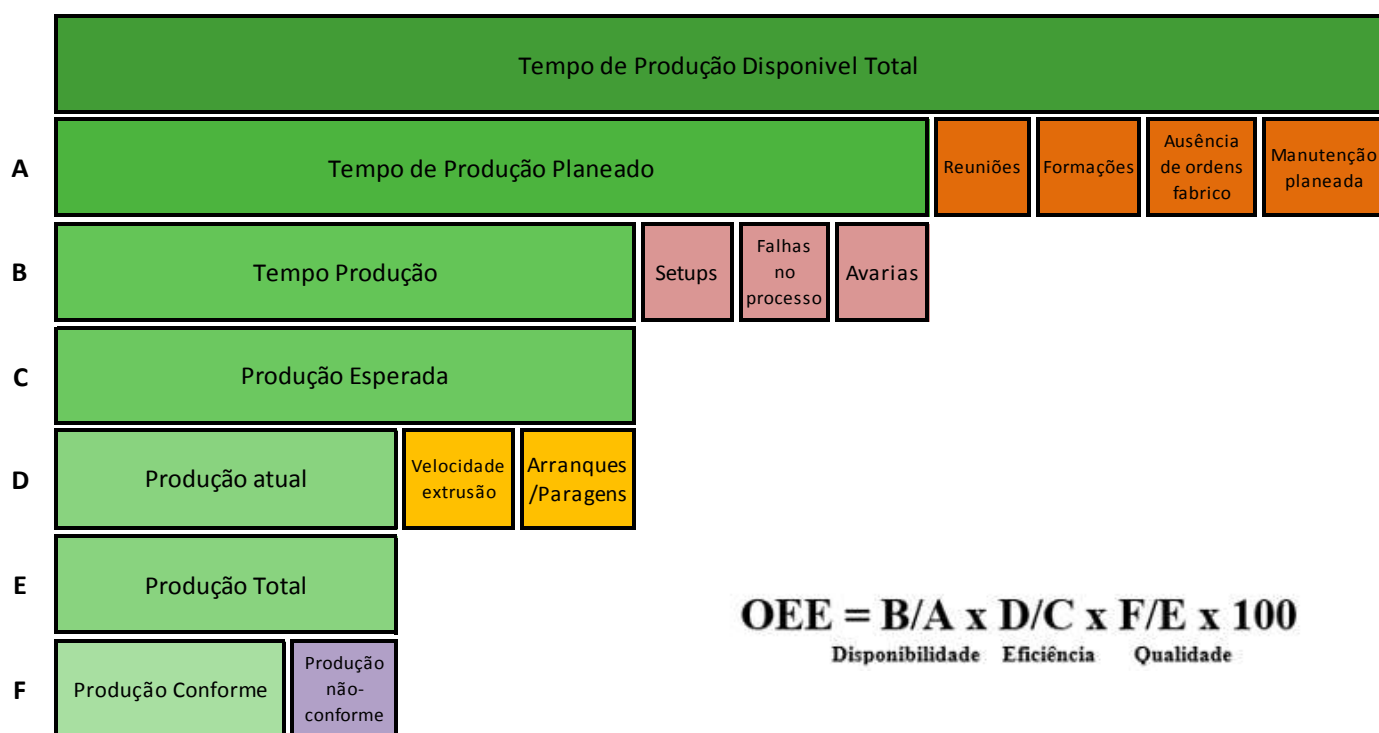


Figura 31- Perdas do equipamento das linhas de extrusão na Heliflex relacionadas com os elementos do OEE

Onde:

- Falhas no processo = paragens superiores a 10 minutos

Posteriormente desenvolveu-se um formulário, adaptado de “User’s Guide for OEE toolkit software” (Arno Koch, 1999) visto em “OEE for Operators” (The Productivity Development Team, 1999) ao contexto da empresa, para o registo dos dados necessários ao cálculo do OEE (anexo L).

Foi definido fazer um controlo do OEE por turno (tempo total disponível= 480 minutos), sendo também identificado o chefe de turno para cada registo. Neste formulário podem ser registados os tempos de paragens planeadas acima mencionadas, bem como os tempos de inatividade do equipamento (*Setups*, Falhas no Processo e Avarias) e o tempo de produção efetivo. Com esta informação conseguiu-se determinar o tempo de produção planeado (=480 minutos – tempo de paragens planeadas) a ser usado no cálculo do fator Disponibilidade.

Finalizada a produção de uma ordem de fabrico, o operador deverá registar na tabela presente no formulário os seguintes dados:

Código	Velocidade na ficha (mt/h)	Peso Unitário na ficha	média peso verificado	Tempo de Produção	Unidades Produzidas	Produção em KG	Desperdício	Unidades rejeitadas
11021310005011	370	16,5	17	440	47	799	70	0

Figura 32- Tabela para registo de dados aquando finalizada uma ordem de fabrico ou no fim do turno e exemplo

O campo “média de peso verificada” é preenchido automaticamente na folha de cálculo aquando o registo no *software* Excel e diz respeito ao resultado da divisão da produção em kg pelas unidades produzidas. Este valor é calculado porque, normalmente, o peso verificado não é igual ao peso descrito na ficha técnica.

Estes dados servirão depois para o cálculo dos fatores do OEE através de uma folha de cálculo, criada através do *software* Excel, apresentada em seguida:

Ordem	Código	Velocidade média esperada (mt/h)	Comprimento (mt)	Tempo de Produção (min)	Produção Esperada (unid.)	Produção esperada (kg)	Unidades Produzidas	Produção em Kg	Despedício	Produção total (kg)	Produção não-Conforme (kg)	Produção Conforme (kg)
105105	11021310005011	370	050	440	54	918	47	799	70	869	70	799
Total				440	54	918	47	799	70	869	70	799

Figura 33- Tabela com dados finais, resultante do preenchimento do formulário em Excel

Através do código do produto, conseguiu-se identificar o comprimento de cada rolo, usado no cálculo da produção esperada:

- Produção Esperada (unid.) = ((Veloc. Média esp./60) x Tempo Produção)/Comprimento

Produção esta que multiplicada pela média de peso verificada é transformada em quantidade de produção esperada (kg). A produção total é resultado da soma da quantidade produzida em kg e da quantidade de desperdício realizada. A produção não-conforme representa a quantidade de desperdício realizada bem como a quantidade (kg) de produtos defeituosos identificados em fase posterior ao processo de extrusão, mas da responsabilidade do processo de extrusão.

Através desta informação chega-se ao resultado do OEE, bem como de cada um dos seus fatores:

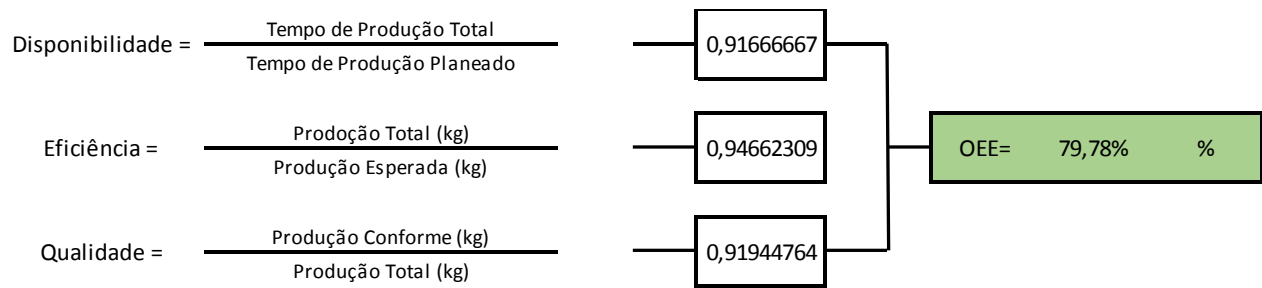


Figura 34- Folha de cálculo com Resultados de OEE (exemplo)

Para se conseguir chegar ao resultado final realiza-se então os seguintes passos:

1. Preenchimento do formulário durante o turno pelo operador;
2. Registo dos dados na folha de cálculo.

•Análise dos resultados

Depois de desenvolvido o material necessário para a implementação deste indicador, procedeu-se a monitorização do mesmo. O estudo foi realizado nas linhas 17/18/19 e apenas foi possível fazê-lo durante o turno frequentado durante o estágio (Turno 1: 08:00h-16:00h) tendo-se registado as seguintes observações:

- 32 Turnos para a linha 17;
- 43 Turnos para a linha 18;
- 45 Turnos para a linha 19.

Os resultados obtidos podem ser visualizados nas figuras 35,36 e 37:

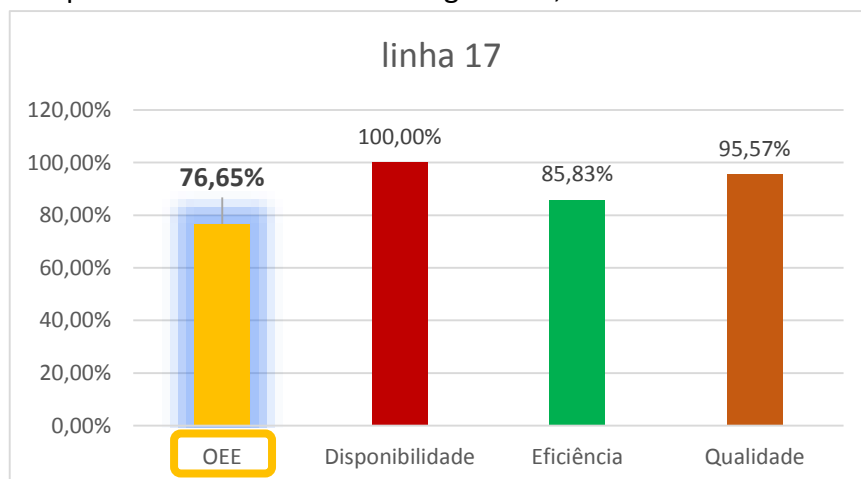


Figura 35- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registados na linha 17

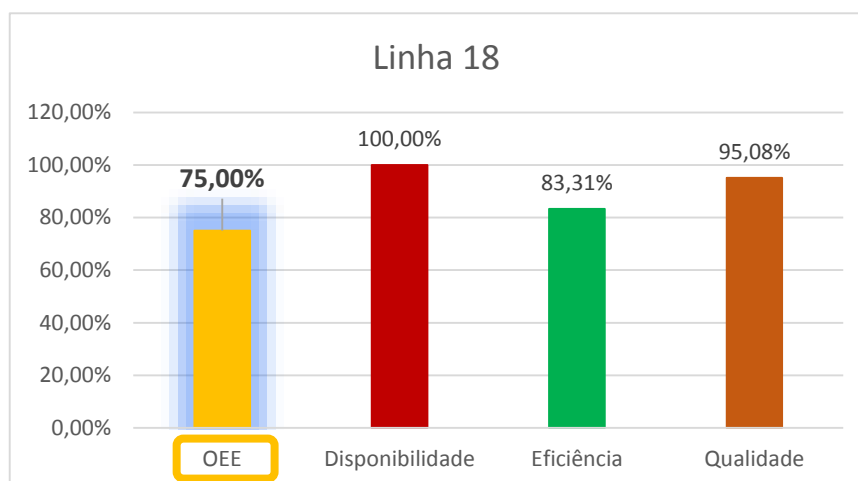


Figura 36- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registrados na linha 18



Figura 37- Gráfico dos Valores médios de OEE e seus fatores registrados na linha 19

Com o resumo dos valores de OEE e dos seus fatores, das três linhas estudadas, podemos afirmar que os valores obtidos encontram-se longe dos valores ideais sugeridos pela literatura estudada ($OEE \geq 85\%$). Os resultados levam-nos a crer que existem muitos desperdícios ao longo do processo, especialmente no que respeita à eficiência das linhas de extrusão.

A disponibilidade média das três linhas (100%) resultante dos registos realizados não será representativa da realidade, isto porque apenas foram registados dados durante o Turno 1.

Com base na análise efetuada pode-se concluir que os fatores que realmente afetam os resultados do OEE registado são a Eficiência e a Qualidade.

Os resultados da Eficiência durante o período do estudo estão apresentados nos gráficos das figuras 38, 39 e 40:

- Eficiência média da Linha 17 -85,83%;

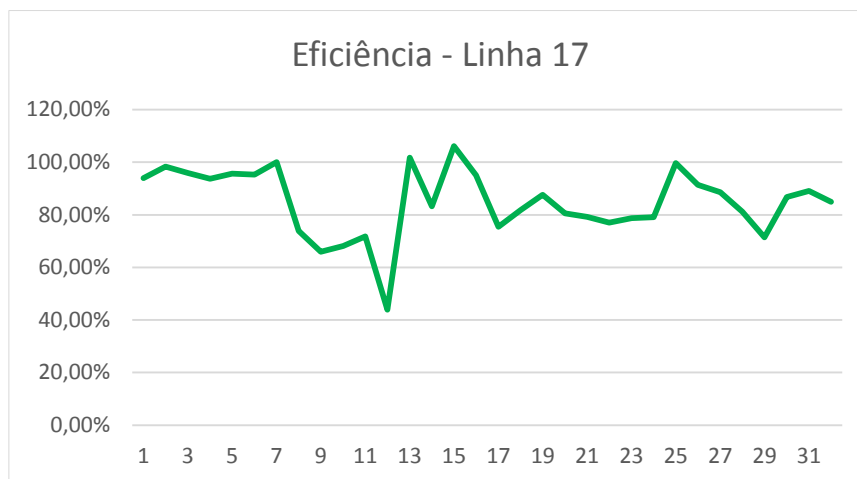


Figura 38- Evolução do Fator Eficiência da linha 17

- Eficiência média da Linha 18 – 83,31%;

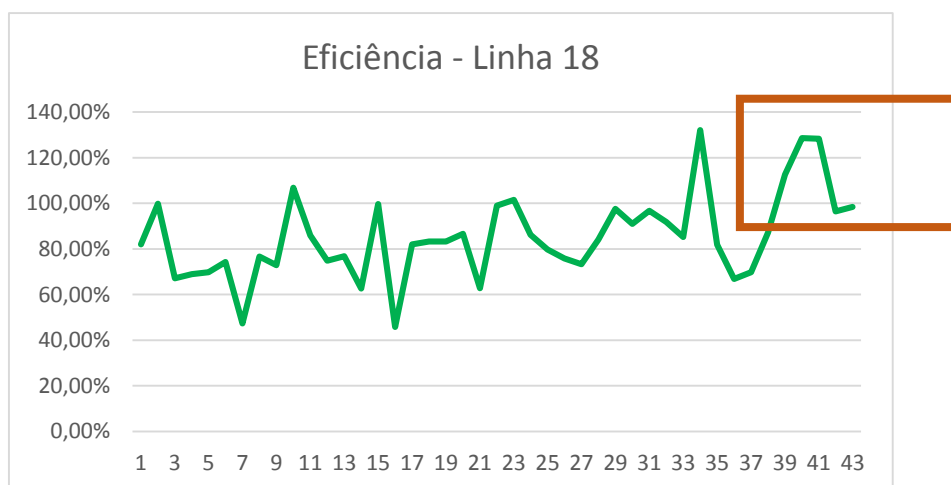


Figura 39- Evolução do Fator Eficiência da linha 18

- Eficiência média da Linha 19 – 92,64%

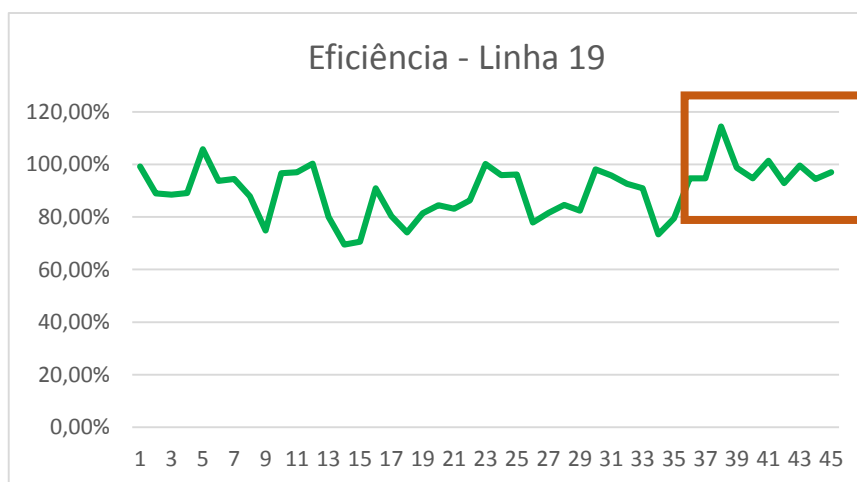


Figura 40- Evolução do Fator Eficiência da linha 19

A eficiência reflete sobretudo o ritmo de produção imposto pelo CT/operador que iniciou uma respetiva produção. A velocidade de extrusão para um dado produto é apresentada na ficha técnica do mesmo. Os resultados revelam alguns problemas no processo de extrusão. Mais uma vez podemos afirmar que o CT não impõe um ritmo de produção exigido para uma empresa que pretenda implementar a filosofia pull, não cumprindo sequer a velocidade de extrusão determinada. Ainda relativamente à velocidade de extrusão, podemos também afirmar que esta não se encontra otimizada para determinados produtos isto porque, por vezes, a eficiência registada ultrapassa os 100%. Isto significa que nesse turno a velocidade de extrusão foi superior àquela que se encontra na ficha técnica sem que fosse comprometida a qualidade da produção. Por fim, o facto das operações de arranque e paragem de produção apresentarem grande variabilidade por não estarem otimizadas e padronizadas (4.3.1.), estas podem estar a afetar a eficiência uma vez que o tempo de produção é iniciado aquando o arranque da mesma e finalizado aquando a paragem.

O problema identificado relativamente à não execução da velocidade de extrusão foi apresentado aos CT durante o presente trabalho, tendo-se verificado nos últimos registos valores de eficiência mais elevados, principalmente nas linhas 18 e 19, identificados pelos retângulos presentes na figura 39 e 40.

Relativamente à Qualidade, já seria de esperar que tivesse alguma influência negativa no valor do OEE pelo desperdício de material criado por este setor conforme descrito na secção 3.3. Este desperdício resulta de algumas falhas dos equipamentos da linha (identificadas no início da presente subsecção), no decorrer da extrusão que alteram certos parâmetros no tubo. Quando o tubo não cumpre os parâmetros especificados na ficha técnica pelo Departamento de Qualidade, este resulta em desperdício (quando identificado no decorrer do processo) ou dado como defeito (quando identificado posteriormente pelo Departamento de Qualidade).

4.5. Kaizen no processo de extrusão

Após a implementação de ferramentas *Lean*, com ênfase no processo de extrusão, desenvolveram-se alguns *Kaizen* (ações de melhoria) em operações realizadas ao longo do processo, que se passam a descrever.

4.5.1. Kaizen no Enrolador

Como já referido, o enrolador é o último equipamento que compõe as linhas de extrusão. Os parâmetros do enrolador são ajustados consoante o diâmetro do tubo a ser produzido e o comprimento do rolo. Tendo-se observado alguns problemas, bem como o mau feedback dado pelo operador, no processo de alteração das bobines do enrolador, decidiu-se fazer uma análise do processo atual.

4.5.1.1. Operação Atual

Para realizar a alteração de um enrolador, o operador começa por definir novos parâmetros na consola do equipamento e em seguida realiza alterações nas bobines. Os operadores têm que ajustar o diâmetro da bobine (que confere o diâmetro interior ao rolo) e também ajustar a posição das 'pás' (que confere a altura do rolo). Estas tarefas são realizadas com o auxílio de 3 ferramentas:

- Fita Métrica;
- Chave luneta 20mm;
- Chave Umbraco 6mm.

Procedeu-se à filmagem do processo para perceber o tempo necessário para a realização de cada tarefa, como podemos ver na tabela seguinte:

Tabela 14- Tempos de cada tarefa elementar no processo de alteração do enrolador antes da implementação do kaizen

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	Tempo (seg.)
Inserir dados na consola do enrolador	30
Alterar diâmetro do tubo	15
Alterar nº de voltas da bobine	15
Adaptar bobine ao nº de voltas desejado (posicionar 'braços')	145
Ir buscar ferramenta (chave umbraco 6mm; chave luneta 20mm)	35
Desapertar os 6 'braços' de uma bobine e posicionar para o nº de voltas desejado	50
Desapertar os 6 'braços' da outra bobine e posicionar para o nº de voltas desejado	60
Adaptar bobine ao diâmetro interior desejado para o rolo	368
Ir buscar fita métrica	96
Desapertar aberturas de uma bobine (6), posicionar corretamente para o diâmetro desejado (com auxílio da fita métrica) e apertar	120
Desapertar aberturas da outra bobine (6), posicionar corretamente para o diâmetro desejado (com auxílio da fita métrica) e apertar	152
Finalizar mudança	112
Retificar posição dos 'braços' de uma bobine para o nº de voltas e apertar	47
Retificar posição dos 'braços' da outra bobine para o nº de voltas e apertar	50
Arrumar ferramenta	15
Total (min)	10,92

Os resultados mostram que o tempo necessário atual para a alteração do enrolador é de 10,92 minutos, tempo esse que pode ser considerado excessivo para um processo que se previa ser mais simples. Este tempo excessivo pode ser explicado pela fraca manutenção do equipamento observada e pela quantidade de ferramenta necessária para realizar a operação.

4.5.1.2. Implementação de melhoria no processo – Operação Futura

Depois de realizada uma primeira análise da operação, procedeu-se à implementação de um *kaizen* no equipamento com o objetivo de tornar a operação mais simples e eficaz levando a uma redução do tempo necessário para a sua realização.

Foi então realizada uma manutenção nas bobines do enrolador, aplicada uma escala (0-25cm) para auxiliar na alteração do diâmetro interior do rolo, e substituídos os parafusos dos 'braços' por apertos rápidos para facilitar a alteração da posição dos 'braços' das bobines. As alterações podem ser analisadas na tabela seguinte.

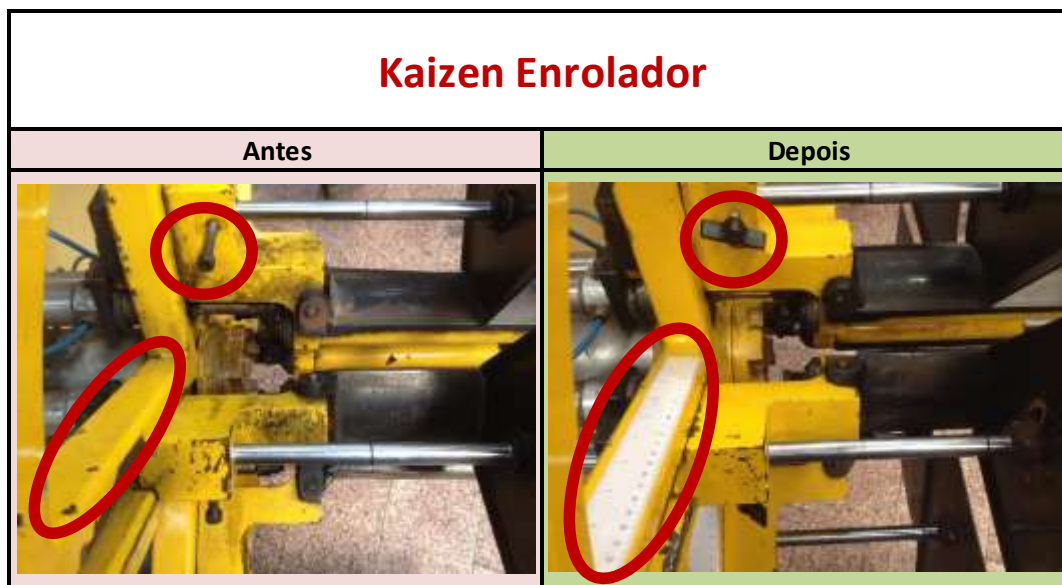


Figura 41 - Antes e Depois da implementação do Kaizen no Enrolador

O *kaizen* implementado levou à necessidade de desenvolver uma instrução de trabalho para a operação (anexo P), uma vez que a escala implementada altera a forma como a tarefa relacionada era realizada. O *kaizen* realizado permitiu eliminar a necessidade de utilizar a fita métrica e a chave umbraco, o que para além de tornar a operação mais simples prevê-se uma redução do tempo necessário para a realizar. Depois de explicadas as alterações no procedimento ao operador através da instrução de trabalho, realizou-se novamente a filmagem do processo para se perceber melhor os ganhos obtidos:

Tabela 125- Tempos de cada tarefa no processo de alteração do enrolador depois da implementação do *kaizen*

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	Tempo (seg.)
Inserir dados na consola do enrolador	33
Alterar diâmetro do tubo	16
Alterar nº de voltas da bobine	17
Adaptar bobine ao nº de voltas desejado (posicionar 'braços')	89
Ir buscar ferramenta (chave umbraco 6mm)	26
Desapertar os 6 'braços' de uma bobine, posicionar para o nº de voltas desejado e apertar	29

Desapertar os 6 'braços' da outra bobine, posicionar para o nº de voltas desejado e apertar	34
Adaptar bobine ao diâmetro interior desejado para o rolo	233
Desapertar aberturas de uma bobine (6), posicionar corretamente para o diâmetro desejado e apertar	99
Desapertar aberturas da outra bobine (6), posicionar corretamente para o diâmetro desejado e apertar	117
Arrumar ferramenta	17
Total (min)	5,92

Os resultados mostram que houve ganhos significativos com a implementação do *kaizen*:

Tabela 136- Ganhos com o Kaizen na operação alteração do enrolador

	Antes <i>Kaizen</i>	Depois <i>Kaizen</i>	Ganhos
Ferramentas necessárias	3	1	-2
Tempo necessário	10,92 min.	5,92 min.	- 5 min./ 45,79%

4.5.2. Kaizen na linha de extrusão

Durante a realização das auditorias e sessões 5S, tema da subsecção 4.2.1., identificou-se uma fonte de sujeidade na linha de extrusão e um problema de organização junto da máquina de cintar, utilizada no final do processo de extrusão.

- **Eliminação de fonte de sujeidade**

A máquina que aplica a marcação no tubo que está a ser produzido posiciona-se antes do último puxo da linha de extrusão. O marcador por vezes expele tinta para o puxo ou para o chão, aquando a manutenção do mesmo (figura 41). Para evitar essa situação, instalou-se no braço que sustenta o marcador, um local de repouso com um recipiente para que, durante a manutenção, a tinta escorra diretamente para o recipiente.

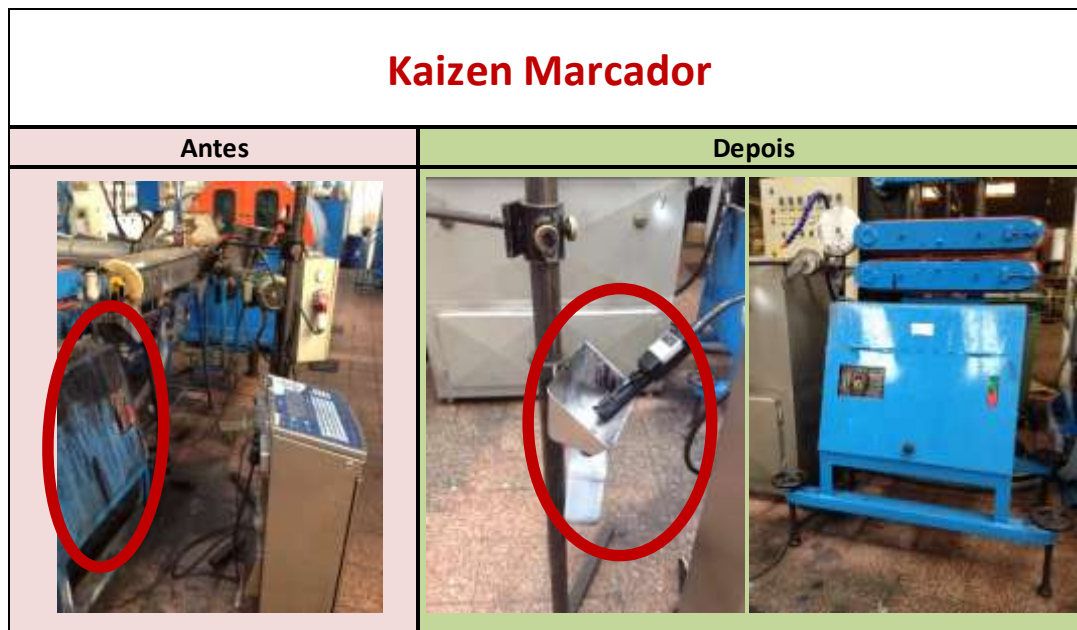


Figura 42- Antes e Depois da implementação de kaizen na marcação

- **Organização na zona do enrolador**

Junto ao enrolador encontram-se as máquinas de aplicação das cintas plásticas nos rolos antes de proceder ao seu depósito nos contentores. Normalmente, para além das cintas plásticas, são aplicadas etiquetas e/ou mangas informativas aos relativamente ao produto. Verificou-se que o operador não tinha forma de colocar os aplicativos referidos junto da máquina de cintar nem um recipiente próprio para depositar o lixo criado durante as operações, levando ao improviso e criando alguma desorganização e excesso de espaço ocupado no local. Foi então criado um apoio na máquina de cintar para colocar as etiquetas e as mangas bem como um recipiente para depósito do lixo criado, como podemos ver na figura 42.



Figura 43- Antes e Depois da implementação de kaizen na zona da máquina de cintar

Estas duas ações de melhorias implementadas na linha de extrusão vão de encontro com a implementação da metodologia 5S, com o objetivo de melhorar as condições do posto de trabalho para os operadores, ajudando na manutenção de um local organizado e limpo.

Capítulo 5 – Conclusões, Limitações e Trabalhos Futuros

Para a implementação do *Lean Thinking* (filosofia *Lean*), que tem como objetivo a constante eliminação do desperdício e a criação de valor dentro de uma organização, torna-se necessário a compreensão de todos os conceitos associados e ter como apoio um conjunto de ferramentas. O presente trabalho realça a importância e as vantagens da aplicação de algumas ferramentas *Lean*, fornecendo também uma referência para o entendimento dos conceitos associados e liderança necessária para a prática da filosofia *Lean*.

O projeto, desenvolvido na Heliflex, Tubos e Mangueiras, S.A., tinha como objetivo inicial a implementação de ferramentas *Lean* com vista à melhoria das condições de trabalho, otimização de *setups* e mudança de métodos produtivos. Tratando-se de uma primeira abordagem à filosofia *Lean*, numa empresa que apresenta o mesmo método de produção há mais de 25 anos, foi necessário fazer uma análise rigorosa da situação atual para que todas as fontes de desperdício fossem identificadas e compreender melhor as necessidades de melhoria da empresa.

Foram então abordadas algumas ferramentas *Lean*, tais como: *Value Stream Mapping*; metodologia 5S; *Single Minute Exchange of Die*, e trabalho standardizado. Foi ainda feita uma abordagem à implementação do indicador OEE, realizadas algumas ações de melhoria e utilizada a técnica do estudo de tempos.

O uso do VSM como primeira abordagem na realização deste projeto veio corroborar a literatura pesquisada no sentido em que, através do desenho do estado atual, permitiu compreender o fluxo de materiais e informação de todo o sistema produtivo e identificar as principais fontes de desperdício relativamente a um produto que carece de competitividade e que passa por um setor da empresa onde se regista uma maior quantidade de desperdício de material. O estado atual revelou um lead-time de 1176,03 horas para o produto selecionado em que apenas 312,23 segundos são de valor agregado. Este elevado lead-time resulta principalmente de elevados níveis de *stock*. A falta de controlo e de indicadores de produção, a gestão do chão de fábrica, bem como o *setup* elevado do processo de extrusão (80 min.), o fraco planeamento da produção, a falta de senso de organização e limpeza e a falta de padronização e disciplina no posto de trabalho foram os principais problemas identificados com a construção do VSM atual. Construção essa que se tornou mais complexa do que sugeria a literatura, pelo facto de não haver controlo e registo de indicadores de produção, tendo sido realizada *in loco* no chão de fábrica o que permitiu o contacto direto com todos os envolvidos nos processos. Em seguida foi definido um estado ideal, o estado futuro, para o fluxo de valor com o objetivo de eliminar as fontes de desperdício identificadas e implementar o sistema pull o mais possível. Apesar de ter sido definido o estado futuro, nem todas as propostas de melhoria necessárias para o alcançar foram aplicadas, realizando-se apenas a implementação 5S, aplicação de SMED e implementação do OEE, pelo que seria importante implementar as restantes propostas para alcançar um sistema pull. Para estudos futuros poderão ser dimensionados os supermercados nos pontos de armazenamento e a implementação do método de *kanban*.

No que diz respeito à metodologia 5S, os operários foram instruídos e sensibilizados para a melhoria dos postos de trabalho e processos de produção. Foi elaborada uma *check-list* com o objetivo de realizar auditorias e perceber em que sentido deverão ser feitas melhorias relativamente à triagem, organização, limpeza, padronização e disciplina no local de trabalho. Para tal foram definidas áreas mais pequenas para facilitar a prática dos 5S e definido um período de tempo semanal para a realização de

sessões 5S que compreende a realização da auditoria à respetiva área, atuação ao nível da triagem, organização, limpeza e padronização. Depois de realizadas sessões em todas as áreas, que permitiu de certo modo melhorar as condições do posto de trabalho mas acima de tudo permitiu aos colaboradores compreender os principais problemas de organização e limpeza, o estagiário realizou ações 5S ao nível do carro de apoio ao *setup* e do armário de ferramentas. Para dar continuidade à prática de atividades 5S sugere-se a atribuição de funções pelos vários colaboradores, com inclusão da gestão, e a implementação de gestão visual e continuidade da execução das auditorias e sessões *Lean*.

Relativamente ao SMED, o objetivo passava por reduzir o tempo necessário para a realização das operações de mudança de ferramentas no processo de extrusão e analisar, organizar e documentar todo o procedimento associado. Para além de existirem vários tipos de mudança neste processo, este trabalho teve como grande limitação a dificuldade de se conseguir um registo integral de cada tipo de mudança. Mesmo assim, escolhida a mudança de cobertura, conseguiu-se uma poupança de 13,08 minutos, nos registos realizados, através da transformação de atividades internas em atividades externas e com o desenvolvimento de uma instrução de trabalho do *setup* e de um documento com o procedimento de desmontagem e montagem da ferramenta. As ações 5S realizadas contribuíram também para a poupança verificada, no entanto, ainda existe muito trabalho a desenvolver com esta ferramenta. Seria importante fazer um estudo exaustivo das fases de paragem e arranque da produção pela variabilidade verificada, muito pelo facto de se tratar de um processo onde a reação do material (granulado PVC) não é constante.

A implementação de um método de registo e controlo do indicador OEE nas linhas 16/17/18 mostrou ser uma mais-valia para a gestão, no sentido em que forneceu importantes informações relativamente à eficácia das linhas de extrusão. Com esta análise identificou-se uma grande fonte de desperdício que diz respeito à eficiência, pelo não-cumprimento das velocidades de extrusão. A dificuldade sentida relativamente à implementação do OEE diz respeito à fraca abertura do operário para realizar o registo dos dados necessários o que fez com que estes fossem registados apenas para o turno frequentado pelo estagiário (8:30h – 17:30h). Esta limitação teve um claro impacto no fator disponibilidade, que obteve uma média de 100%, o que vem também realçar a dificuldade de registar operações de *setup*. Sugere-se a implementação do registo deste indicador em todas as linhas bem como a análise exaustiva do mesmo.

Por fim, foram realizadas algumas ações de melhoria (*kaizen*). No primeiro caso apresentado resultou numa poupança de 5 minutos para realizar a alteração de parâmetros no enrolador. Processo este, realizado aquando uma mudança de produção em termos de diâmetro do tubo ou comprimento do rolo. As outras duas ações foram de encontro com a prática dos 5S, ao conseguir-se a eliminação de uma fonte de sujidade e uma melhor organização no local de trabalho.

Como conclusão final, este projeto fornece informações importantes para uma empresa que pretenda implementar a filosofia *Lean* ao serem identificadas várias fontes de desperdício. A implementação foi iniciada com a ajuda de algumas ferramentas e revelou haver bastante potencial de melhoria dentro da Heliflex. Importa referir que a simples aplicação das ferramentas não significa que a filosofia *Lean* é implementada, para isso é necessário haver uma liderança adequada que consiga semear a cultura entre todos e desenvolver os operários na procura da perfeição. Neste aspeto verifica-se a necessidade de formação ao nível da gestão, bem como a delegação de funções, para criar um ambiente de liderança requerido na prática da filosofia *Lean*.

Em jeito de reflexão final, a nível pessoal este projeto foi muito importante e enriquecedor, pois permitiu desenvolver novas capacidades, consolidar conhecimentos e adquirir experiência prática que serão com toda a certeza uma mais-valia para a carreira profissional futura de um estagiário em Engenharia de Gestão Industrial.

Referências Bibliograficas

Al-Saleh, K. S., (2011). Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 23, 33-41.

Barnes, R. M., (1968). *Motion and Time Study*. New York: John Wiley.

Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., e Merino-Díaz de Cerio, J., (2010). 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, Iss. 2, 217-230.

Byrne, A., (2013). *The Lean Turnaround: How Business Leaders Use Lean Principles to Create Value and Transform Their Company*. New York: McGraw-Hill.

Cheng, T. C. E., e Podolsky, S., (1996). *Just-in-time manufacturing: an introduction*, 2ª ed. London: Chapman & Hall.

Conner, G., (2004). *Lean Manufacturing: Certification Workshop Participant Guide*. Lean Enterprise Training.

Dal, B., Tugwell, P. e Greatbanks, R., (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, Iss. 12, 1488-1502.

Dennis, P., (2007). *Lean Production Simplified: A plain language guide to the world's most powerful production system*. New York: Productivity Press.

Dowbrowski, U. e Mielke, T., (2014). *Lean Leadership – 15 Rules for sustainable Lean Implementation*. *Procedia CIRP*, 17, 563-570.

Fujimoto, T., (1999). *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*. Oxford University Press, Oxford.

Gupta, S. e Kumar, S. J., (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 6, Iss. 1, 73-88.

Heinze, M., Mettlerz, S., Coradi, A. e Boutelliers, R., (2015). A new application of value-stream mapping in new drug development: a case study within Novartis. *Drug Discovery Today*, Vol. 20, No. 3.

Hirano, H., (2009). *JIT Implementation Manual – The complete Guide to Just-in-Time Manufacturing: Volume 2 – Waste and the 5S's*. Productivity Press, 2nd ed.

Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J. e Mateo, R., (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4574-4586.

Kishida, M., Silva, A. e Guerra, E., (2006) Benefícios da Implementação do Trabalho Padronizado na Thyssenkrupp. Lean Institute Brasil. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/95/beneficios-da-implementacao-do-trabalho-padronizado-na-thyssenkrupp.aspx>>.

Kobayashi, K., Fisher, R. e Gapp, R., (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. Total Quality Management, Vol. 19, No. 3, 245-262.

Kumar, B. S., e Abuthakeer, S. S., (2012). Implementation of lean tools and techniques in an automotive industry. Journal of Applied Sciences, 12(10), 1032-1037.

Liker, J. K., (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill.

Liker, J. K., e Meier, D., (2006). The Toyota Way Fieldbook. McGraw-Hill, USA.

McDonald, T., Aken, E. M., e Rentes, A. F., (2002). Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: a manufacturing case application. International Journal of Logistics research and Applications, Vol.5, No.2, 213-232.

McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., e Mileham, T., (2007). Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.54, No.1, 98-111.

Meyers, F. E., e Stewart, J. R., (2002). Motion and Time Study for Lean Manufacturing, 3ª ed. Prentice Hall.

Monden, Y., (1983). The Toyota Production System. Productivity Press, Portland.

Monden, Y., (1998). Toyota Production System: An integrated Approach to Just-in-Time. Engineering and Management Press: IEE Norcross, GA.

Moreira, A., e Silva Pais, G. C., (2011). Single Minute Exchange of Die: a case study implementation. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol.6, Issue 1, 129-146.

Moxham, C., e Greatbanks, R., (2001). Prerequisites for the implemetation of the SMED methodology. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol.18, No.4, 404-414.

Muchiri, P. e Pintelon, L., (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. International Journal of Production Research, 46(13), 3517-3535.

Nakajima, (1988) Introduction to Total Productive Maintenance. Productivity Press, Cambridge, MA, USA.

Ohno, T., (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Cambridge.

Osada, T., (1991). Five Keys to a Total Quality Environment. Asian Productivity Organisation, Tokyo.

- Pinto, J. P., (2014). *Pensamento Lean: A Filosofia das organizações vencedoras*. 6ª ed. atualizada, Lidel – edições técnicas, Ida.
- Quartermann, L. e Snyder, B., (2007). *The Strategos Guide to Value Stream & Process Mapping*. Enna Products Corp.
- Rahani, A. R., Muhammad, A., (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734.
- Rother, M. e Shook, J., (1999). *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.
- Rother, M., (2010). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results*. New York: McGraw Hill, 1st ed.
- Serrano, I., Ochoa, C. e Castro, R., (2008). Evaluation of value stream mapping in manufacturing system redesign. *International Journal of Production Research*, 46(16), 4409-4430.
- Seth, D., & Gupta, V., (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, Vol.16, No.1, 44-59.
- Shah, R., e Ward, P. T., (2003). Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance. *Journal of operational Management*, 21, 129-149.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*. Productivity Press, Inc.
- Shingo, S., (1985). *A Revolution in Manufacturing: the SMED System*. Productivity Press.
- Singh, B., Garg, S. K., Sharma, S. K. e Grewal, C., (2010). Lean implementation and its benefits to production industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1, 157-168.
- Singh, R., Shah, D. B., Gohil, A. M. e Shah, M. H., (2013). Overall Equipment Effectiveness (OEE) Calculation –Automation through Hardware & Software Development. *Procedia Engineering*, 51, 579-584.
- Stevenson, W. J., (2005). *Operations Management*, 8th Ed. McGraw-Hill.
- Suzaki, K., (2013). *Gestão no chão de fábrica lean – Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. Leanop Press.
- Teichgräber, U. K. e Bucourt, M., (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European Journal of Radiology*, 81, 47-52.
- The Productivity Development Team (1999). *OEE for operators*. Shopfloor Series, Productivity Press, New York.
- Waldhausen, J. H. T., Jeffrey, R. A., Arlene, L. e Sawin, R. S., (2010). Application of lean methods improves surgical clinic experience. *Journal of Pediatric Surgery*, 45, 1420-1425.

Womack, J. P. e Jones, D. T., (2011). Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream. Lean Enterprise Inst., 2nd ed.

Womack, J.P. e Jones, D.T., (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 2nd ed. Simon & Schuster.

Womack, J.P., Jones, D.T., e Roos D., (1990). The Machine that Changed the World. Rawson Associates, New York.

Anexos

Anexo A – Simbologia VSM (Rother e Shook, 1999)

Material Icons	Represents	Notes
	Manufacturing Process	One process box equals an area of flow. All processes should be labeled. Also used for departments, such as Production Control.
	Outside Sources	Used to show customers, suppliers, and outside manufacturing processes.
	Data Box	Used to record information concerning a manufacturing process, department, customer, etc.
	Inventory	Count and time should be noted.
	Truck Shipment	Note frequency of shipments.
	Movement of production material by PUSH	Material that is produced and moved forward before the next process needs it; usually based on a schedule.
	Movement of finished goods to the customer	
	Supermarket	A controlled inventory of parts that is used to schedule production at an upstream process.

Information Icons	Represents	Notes
	Sequenced-Pull Ball	Gives instruction to immediately produce a predetermined type and quantity, typically one unit. A pull system for subassembly processes without using a supermarket.
	Kanban Post	Place where kanban are collected and held for conveyance.
	Kanban Arriving in Batches	
	Load Leveling	Tool to intercept batches of kanban and level the volume and mix of them over a period of time.
	"Go See" Production Scheduling	Adjusting schedules based on checking inventory levels.

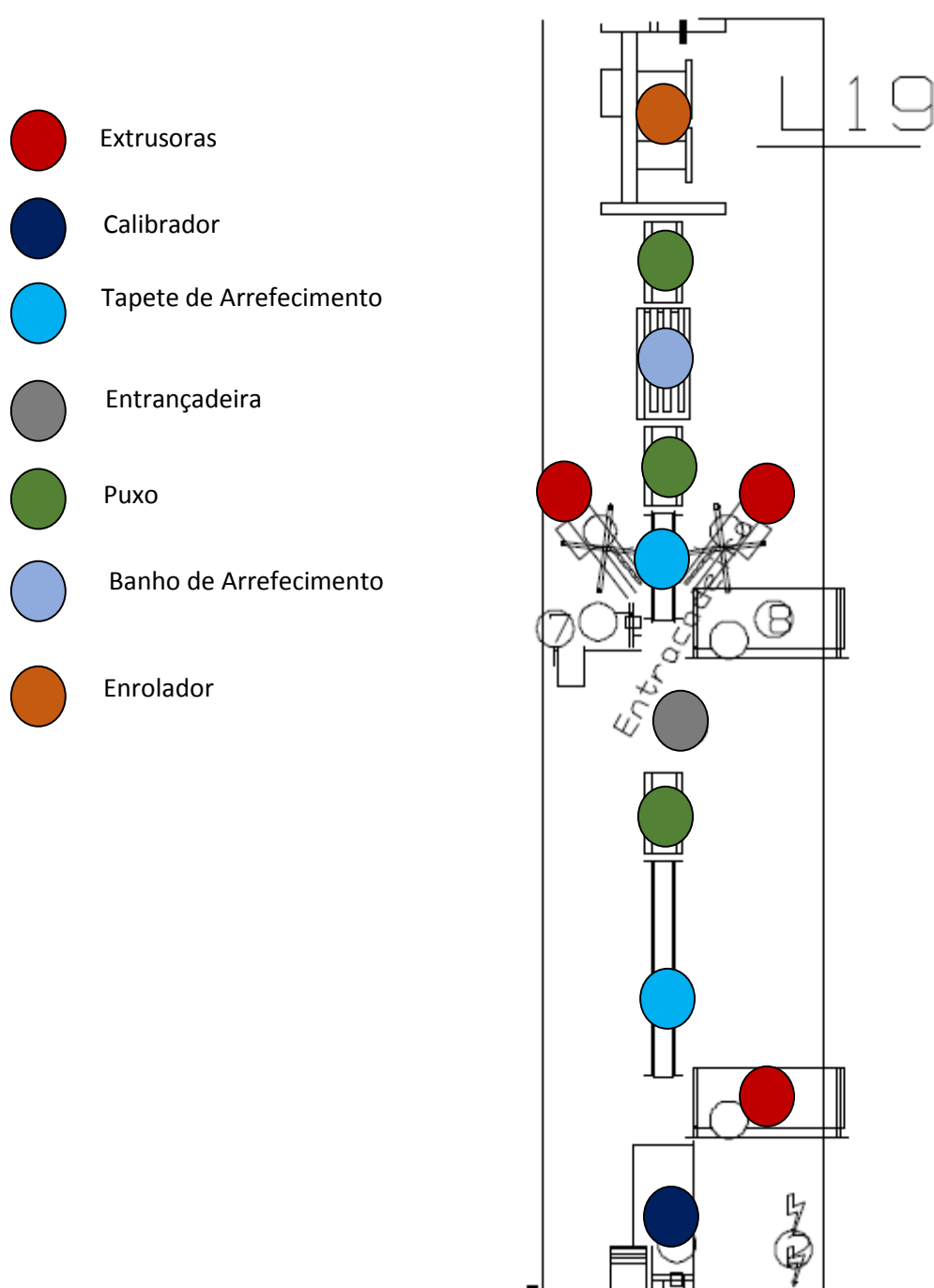
General Icons	Represents	Notes
	"Kaizen Lightning Burst"	Highlights improvement needs at specific processes that are critical to achieving the value stream vision. Can be used to plan kaizen workshops.
	Buffer or Safety Stock	"Buffer" or "Safety Stock" must be noted.
	Operator	Represents a person viewed from above.

Material Icons	Represents	Notes
	Withdrawal	Pull of materials, usually from a supermarket.
	Transfer of controlled quantities of material between processes in a "First-In-First-Out" sequence.	Indicates a device to limit quantity and ensure FIFO flow of material between processes. Maximum quantity should be noted.
Information Icons	Represents	Notes
	Manual Information flow	For example: production schedule or shipping schedule.
	Electronic information flow	For example via electronic data interchange.
	Information	Describes an information flow.
	Production Kanban (dotted line indicates kanban path)	The "one-per-container" kanban. Card or device that tells a process how many of what can be produced and gives permission to do so.
	Withdrawal Kanban	Card or device that instructs the material handler to get and transfer parts (i.e. from a supermarket to the consuming process).
	Signal Kanban	The "one-per-batch" kanban. Signals when a reorder point is reached and another batch needs to be produced. Used where supplying process must produce in batches because changeovers are required.

Anexo B – Valores de compensação associadas a várias condições de trabalho (Stevenson, 2005)

Percent		Percent	
A. Constant allowances:		4. Bad light:	
1. Personal allowance	5	a. Slightly below recommended	0
2. Basic fatigue allowances	4	b. Well below	2
B. Variable allowances:		c. Very inadequate	5
1. Standing allowance	2	5. Atmospheric conditions	
2. Abnormal position allowance:		(heat and humidity)—variable	0–10
a. Slightly awkward	0	6. Close attention:	
b. Awkward (bending)	2	a. Fairly fine work	0
c. Very awkward (lying, stretching)	7	b. Fine or exacting	2
3. Use of force or muscular energy		c. Very fine or very exacting	5
(lifting, pulling, or pushing):		7. Noise level:	
Weight lifted (in pounds):		a. Continuous	0
5	0	b. Intermittent—loud	2
10	1	c. Intermittent—very loud	5
15	2	d. High-pitched—loud	5
20	3	8. Mental strain:	
25	4	a. Fairly complex process	1
30	5	b. Complex or wide span of attention	4
35	7	c. Very complex	8
40	9	9. Monotony:	
45	11	a. Low	0
50	13	b. Medium	1
60	17	c. High	4
70	22	10. Tediousness:	
		a. Rather tedious	0
		b. Tedious	2
		c. Very tedious	5

Anexo C – Exemplo de uma linha de extrusão do setor Helivil – Linha 19



Anexo D – Observações realizadas no estudo de tempos do processo de extrusão.

#	Descrição	Observações																															Obs	Média	RF	NT	ST			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
1	Esperar pelo rolo em produção	R 118,96	118,23	117,59	123,65	118,90	113,20	121,60	124,30	119,06	120,04	117,65	115,98	116,36	114,59	113,56	127,35	117,95	123,45	114,26	122,45	118,95	125,03	120,69	125,32	123,86								25	119,72	1	119,72	128,10		
		E 118,96	118,23	117,59	123,65	118,9	113,2	121,6	124,3	119,06	120,04	117,65	115,98	116,36	114,59	113,56	127,352	117,95	123,45	114,26	122,45	118,95	125,03	120,69	125,32	123,86														
2	Cortar rolo produzido e metê-lo no próximo	R 125,99	125,14	125,16	129,43	124,78	120,35	128,77	131,00	126,28	128,00	124,53	122,68	123,81	121,82	120,61	133,55	125,82	129,29	122,21	127,71	124,87	131,16	126,63	130,17	130,38								25	6,69	1	6,69	7,15		
		E 7,03	6,91	7,57	5,78	5,88	7,15	7,17	6,70	7,22	7,96	6,88	6,70	7,45	7,23	7,05	6,2	7,87	5,84	7,95	5,26	5,92	6,13	5,94	4,85	6,52														
3	Colocar próximo rolo no outro enrolador	R 132,24	129,55	131,23	132,46	131,18	127,04	136,61	134,11	132,61	131,55	131,14	126,68	129,46	126,33	127,62	137,25	132,41	132,71	129,59	131,52	130,33	135,17	131,05	134,12	136,39								31	5,25	1	5,25	5,61		
		E 6,25	4,41	6,07	3,03	6,4	6,69	7,84	3,11	6,33	3,55	6,61	4	5,65	4,51	7,01	3,7	6,59	3,42	7,38	3,81	5,46	4,01	4,42	3,95	6,01	3,93	6,85	4,2	6,37	4,23	6,85								
4	Começar enrolamento do próximo rolo	R 147,22	143,75	145,99	145,46	146,35	141,99	148,05	144,59	146,62	141,57	144,66	140,40	144,19	136,84	142,48	145,47	143,60	143,35	144,24	145,33	145,17	145,52	145,51	145,33	147,39								25	12,83	0,75	9,62	10,30		
		E 14,98	14,2	14,76	13	15,17	14,95	11,44	10,48	14,01	10,02	13,52	13,72	14,73	10,51	14,86	8,22	11,19	10,64	14,65	13,81	14,84	10,35	14,46	11,21	11														
5	Ajeitar rolo já produzido	R 155,12	151,56	152,48	152,73	151,58	149,30	153,75	151,42	153,88	148,95	151,86	150,28	149,28	145,34	148,59	152,35	148,54	152,46	152,43	154,23	152,62	153,23	151,02	153,53	152,44								25	7,12	1	7,12	7,61		
		E 7,9	7,81	6,49	7,27	5,23	7,31	5,7	6,83	7,26	7,38	7,2	9,88	5,09	8,5	6,11	6,88	4,94	9,11	8,19	8,9	7,45	7,71	5,51	8,2	5,05														
6	Abrir enrolador, tirar rolo e colocá-lo na máquina de cortar	R 162,66	159,29	160,81	159,09	157,01	155,90	160,44	157,28	160,95	155,48	158,46	156,60	157,70	154,01	155,94	158,07	154,85	159,70	158,68	160,92	158,08	160,16	156,25	157,98	157,58								25	6,60	1	6,60	7,06		
		E 7,54	7,73	8,33	6,36	5,43	6,6	6,69	5,86	7,07	6,53	6,6	6,32	8,42	8,67	7,35	5,72	6,31	7,24	6,25	6,69	5,46	6,93	5,23	4,45	5,14														
7	Aplicar 1ª Cinta	R 167,18	164,30	165,90	163,51	161,88	162,02	165,21	162,54	166,50	162,12	163,74	162,29	163,68	160,43	161,58	163,56	159,77	164,81	164,35	165,72	164,10	164,46	160,30	163,38	161,71								25	5,25	0,9	4,73	5,06		
		E 4,52	5,21	5,09	4,42	4,87	6,12	4,77	5,26	5,55	6,64	5,28	5,69	5,98	6,42	5,64	5,49	4,92	5,11	5,67	4,8	6,02	4,3	4,05	5,4	4,13														
8	Aplicar 2ª Cinta	R 171,37	169,61	169,78	168,73	166,97	166,82	169,46	167,35	171,17	168,16	168,75	168,10	169,12	167,52	167,95	169,02	167,14	170,73	168,25	171,12	170,54	168,55	165,26	168,69	167,88								25	5,31	0,9	4,78	5,12		
		E 4,19	5,11	3,88	5,22	5,09	4,8	4,25	4,81	4,67	6,04	5,01	5,81	5,44	7,09	6,37	5,46	7,37	5,92	3,9	5,4	6,44	4,09	4,96	5,31	6,17														
9	Aplicar Etiqueta	R 174,85	173,67	174,10	172,65	174,33	172,50	173,59	172,59	175,26	172,53	173,59	172,78	172,68	172,65	173,41	172,75	172,39	173,90	174,62	174,22	174,27	174,36	168,92	173,81	172,20								25	4,58	0,9	4,12	4,41		
		E 3,48	4,06	4,32	3,92	7,36	5,68	4,13	5,24	4,09	4,37	4,84	4,68	3,56	5,13	5,46	3,73	5,25	3,17	6,37	3,1	3,73	5,81	3,66	5,12	4,32														
10	Aplicar 3ª Cinta	R 178,92	177,56	177,86	176,85	178,56	178,79	177,75	177,59	179,42	176,41	177,51	177,10	177,10	177,59	177,61	177,99	178,29	177,67	178,33	178,45	178,28	178,24	174,55	177,83	177,43								25	4,47	0,9	4,02	4,30		
		E 4,07	3,89	3,76	4,2	4,23	6,29	4,16	5	4,16	3,88	3,92	4,93	4,42	4,94	4,2	5,24	5,9	3,77	3,71	4,23	4,01	3,88	5,63	4,02	5,23														
11	Colocar rolo no lote	R 181,41	180,88	180,48	179,92	180,84	180,56	180,81	180,41	181,37	179,93	180,73	181,09	180,30	180,70	180,72	180,88	181,11	181,02	180,64	180,86	180,89	181,06	177,54	180,83	180,44								25	2,85	1	2,85	3,04		
		E 2,49	3,32	2,62	3,07	2,28	1,77	3,06	2,82	1,95	3,52	3,22	3,38	3,2	3,11	3,11	2,89	2,82	3,35	2,31	2,41	2,61	2,82	2,99	3	3,01														
																																	TOTAL		175,49		187,77			

Anexo E – Instrução de trabalho Enrolamento e Cintagem

Instrução de Trabalho

Operação Enrolamento e Cintagem



1. Objetivos

Com este documento pretende-se auxiliar o operador durante a realização da operação com vista à eficácia da mesma e a sua correta realização.

2. Modo de Proceder



Tarefa 1: Cortar rolo produzido com, auxílio da faca pessoal, e colocar rolha no tubo em produção



Tarefa 2: Colocar tubo em produção na outra bobine



Tarefa 3: Iniciar novo, enrolamento e controlar



Tarefa 4: Ajeitar rolo já cortado

Instrução de Trabalho

Operação Enrolamento e Cintagem



Tarefa 5: Abrir enrolador, tirar rolo e colocar em cima da máquina de cintar

Tarefa 6: Colocar 3 cintas



Tarefa 7: Colocar Etiqueta



Tarefa 8: Colocar rolo no contentor




Tarefa 9: Verificar a situação de toda a linha: abastecimento de material, controlo visual da produção. Bem como garantir a limpeza e organização constante da área

Anexo F – Observações realizadas no estudo de tempos do processo de embalagem

#	Descrição	Observações														T. obs	Média	PR	Freq.	NT	ST	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							15
1	Pega em rolo 'novo' e coloca em cima do tapete e mete dístico	R															15	3,057333333	1	1	3,06	3,27
		E 2,5	2,07	2,71	2,78	3,1	2,7	2,39	4,17	3,2	3,23	2,24	4,1	4,3	3,46	2,98						
2	Espera pela subida do corte do plástico e com ajuda do rolo 'novo' empurra rolo anterior	R															15	8,791333333	1	1	8,79	9,41
		E 10,9	9,14	8,82	10,2	9,7	8,1	8,3	8,4	8,1	8,92	8,93	9,05	7,62	7,46	8,2						
3	Rolo entra em processo automático no forno de cozedura do plástico	1,17 min																		77,00	77,00	
4	Pega em rolo embalado e coloca no tapete	R															15	4,062	0,8	1	3,25	3,48
		E 5,56	2,98	3,21	3,94	5,1	3,1	4,32	3,85	4,2	3,86	3,19	3,65	4,87	3,95	5,15						
																		Total	92,10	93,16		

Anexo G – Check-List para Auditorias 5S (exemplo realizado)

		Auditoria 5S		Data: 19/01/2015
		Auditores: João Almeida + 3 Colaboradores	Área 5S: 1	Sistema de Pontuação: 0= completamente desacordo 10= completamente de acordo
		Critérios		
SEIRI Triagem	1	Não existem materiais e/ou ferramentas desnecessárias na área de trabalho ou na área circundante	6	
	2	Não existem materiais e/ou equipamentos avariados ou pouco utilizados na secção	5	
	3	Não existem stocks excedentários	6	
	4	Não existe informação desnecessária na área ou falta de	4	
	5	Toda a gente consegue distinguir facilmente as coisas inúteis e as coisas úteis	5	
	6	A identificação das coisas inúteis faz parte das tarefas diárias	2	
SEITON Organização	7	As ferramentas, mobiliário, material, etc encontram-se devidamente identificados	4	
	8	A ferramentas, mobiliário, material, etc está no local designado e na quantidade certa	5	
	9	As identificações encontram-se perfeitamente legíveis	4	
	10	Aas marcações de chão de fábrica são respeitadas	2	
	11	A documentação está organizada no local destinado	6	
	12	Qualquer pessoa consegue identificar facilmente o lugar de cada coisa	4	
	13	A arrumação faz parte das tarefas diárias	4	
SEISO Limpeza	14	Não existe água, óleo, tinta, desperdícios ou outro tipo de lixo no chão	3	
	15	O equipamento, ferramentas, etc encontram-se limpos	5	
	16	Não existem desperdícios, rolos de mangueira rejeitados e amostras fora do local destinado	8	
	17	Os produtos de limpeza estão guardados no local específico	5	
	18	Qualquer pessoa facilmente identifica sujidade ou lixo existente na área	5	
	19	A limpeza e identificação das causas de sujidade fazem parte das tarefas diárias	5	
SEIKETSU Padronização	20	Existe um método de identificação de ferramentas/peças/equipamento/material inúteis ou avariados e locais designados para a sua deposição	0	
	21	Existem locais designados e organizados para a ferramenta, material, mobiliário, etc	6	
	22	Existem marcações no chão da área	5	
	23	Existem normas de organização	0	
	24	Existem normas de limpeza definidas	0	
	25	Os manuais estão facilmente acessíveis e visíveis para qualquer pessoa	0	
SHITSUKE Disciplina	26	As normas estabelecidas são respeitadas e cumpridas	0	
	27	São feitas auditorias com frequência	0	
	28	Existem planos de melhoria para as falhas identificadas	5	
	29	Os planos são replicados nas restantes áreas	0	
	30	As normas estabelecidas são periodicamente revistas e melhoradas	0	
Observações: Excesso de bidons de óleo Arrumar material que não está a ser usado debaixo do respetivo silo - Retirar estante com calibradores a óleo - Definir local para armazenar 'passadores' (contentores de produto acabado) - Definir local para Teflons e identifica-los - Marcar linhas de chão (enroladores, contentor de desperdícios, material,...) - Definir locais para dísticos de esponja - Definir local para porta-paletes, empilhador, equipamento não utilizado. - Definir e marcar local para contentores de lixo				

MELHORIA CONTÍNUA

METODOLOGIA 5S

Heliflex

Túndia e Manqueiras, S.A.

O QUE É?

É uma ferramenta de simples aplicação que consiste em **organizar** o local de trabalho, **arrumar**, **limpar**, **manter rotinas padronizadas** e ter **disciplina**. Assenta na manutenção das condições ótimas do local de trabalho. O seu nome tem origem em 5 palavras japonesas.

QUAIS AS VANTAGENS?

1. Melhora a sensação de **bem-estar** no local de trabalho;
2. Melhora as **condições de higiene, segurança e saúde**;
3. Melhora a **produtividade**;
4. Otimiza a **ocupação do espaço** no local de trabalho;
5. Facilita e melhora a **manutenção dos equipamentos**;
6. Permite uma **redução dos desperdícios**;
7. Melhora a **qualidade dos produtos**.

SABIA QUE...

...os colaboradores que saem da Heliflex apontam a falta de organização como um dos principais aspetos negativos?



5. SHITSUKE | DISCIPLINAR

OBJETIVO: Institucionalizar e manter os bons hábitos. Os padrões de limpeza e atuação deverão tornar-se parte da cultura da organização.

COMO?

Fazer auditorias regulares às regras 5s.
Atuar rapidamente sobre as não conformidades.
Publicar resultados em espaços visíveis a todos.



1. SEIRI | ELIMINAR

OBJETIVO: Separar o útil do que não é necessário. Caso não seja necessário deveremos eliminar de imediato esse objeto.

Útil vs Inútil: O que é realmente necessário para o meu trabalho

A não esquecer:

"Ter somente o que é útil e na quantidade correta!"

"Não guardar algo porque algum dia poderá vir a ser necessário!"



2. SEITON | ARRUMAR

OBJETIVO: Organizar os objetos, para reduzir os movimentos, os esforços e consequentemente a perda de tempo.

Organizar:

"Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar."



3. SEISO | LIMPAR

OBJETIVO: Eliminar todo o tipo de sujidade existente no posto de trabalho e criar mecanismos de deteção da sujidade.

COMO?

"Está tudo limpo e pronto a funcionar?"

"Não esperar que sejam os outros a limpar!"

"Procurar não sujar para não ter que limpar!"



4. SEIKETSU | PADRONIZAR

OBJETIVO: Definir padrões que permitam que a zona de trabalho permaneça livre de objetos desnecessários, organizada e limpa ao longo do tempo.

COMO?

Diferenciar estado normal do irregular.
Definir como eliminar as causas de sujidade e de possível desordem.
Definir regras de trabalho claras e objetivas.



Exemplos de outras empresas

ANTES



DEPOIS



ANTES



DEPOIS



ANTES



DEPOIS



ANTES



DEPOIS



Anexo I – Etiqueta Vermelha- Não-Conformidade e Formulário de Registo

[illegible]

ETIQUETA VERMELHA - NÃO-CONFORMIDADE			
ETIQUETA Nº: _____	DATA: _____	DETETADO POR: _____	
MOTIVO:			
Material em Excesso	<input type="checkbox"/>	Avaria	<input type="checkbox"/>
Material Obsoleto	<input type="checkbox"/>	Falta de Identificação	<input type="checkbox"/>
		Inexistência de local de deposição	<input type="checkbox"/>

Anexo J – Análise da operação de setup de mudança de cobertura

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	TIPO	Tempo (seg)
Paragem de Produção		580
Diminuir temperaturas da extrusora de interior e exterior	Interna	120
Cortar tubo no início da linha	Interna	5
Baixar caudal de extrusão	Interna	30
Parar trançadeira	Interna	5
Cortar tubo antes do banho	Interna	5
Baixar temperaturas da extrusora da lista	Interna	40
Verifica ficha técnica	Interna	120
Procura ferramenta (Matriz e cone)	Interna	180
Retirar material da extrusora da lista	Interna	15
Espera pela paragem da extrusora da camada exterior	Interna	45
Veste luvas e afasta zona de arrefecimento	Interna	15
Desmontagem		375
Desliga resistência da matriz	Interna	5
Procura chave	Interna	20
Desaperta resistência	Interna	13
Procura chave	Interna	15
Desaperta 4 'porcas' da bolacha	Interna	90
Tira bolacha	Interna	3
Procura ferramenta (chave)	Interna	10
Desaperta matriz (4 parafusos)	Interna	20
Tira matriz	Interna	8
Coloca matriz no carro	Interna	4
Tira material do cone	Interna	15
Procura ferramenta (chave)	Interna	23
Vai buscar ferramenta (chave)	Interna	70
Aperta 'saca' ao cone	Interna	22
Desaperta cone	Interna	40
Procura ferramenta	Interna	10
Limpa entrada da cabeça de extrusão	Interna	7
Montagem		760
Verifica diâmetro do cone a montar	Interna	40
Aperta cone	Interna	10
Acaba aperto do cone com saca	Interna	40
Arruma ferramenta	Interna	19
Lubrifica matriz a montar	Interna	3
Aperta matriz e verifica parede exterior	Interna	170
Coloca e aperta 2 porcas da bolacha	Interna	77
Verifica parede e corrige aperto da matriz	Interna	20
Aperta restante bolacha (+ 2 porcas)	Interna	45
Coloca e aperta resistência da matriz	Interna	35

Liga resistência	Interna	15
Procura Teflon	Interna	154
Troca Teflon	Interna	8
Altera marcação na máquina	Interna	124
Arranque de Produção		429
Aumenta Saída de material da 1ª extrusora (rotação)	Interna	5
Aperta 2º puxo	Interna	5
Pega em arame, prende fio e passa-o pela cabeça de extrusão da camada exterior	Interna	20
Leva o fio até ao puxo e aperta novamente puxo	Interna	20
Pega em tubo auxiliar e coloca-o dentro da trançadeira	Interna	35
Vai até 1ª extrusora e corta tubo em produção	Interna	10
Pega no tubo em produção, coloca-o no 1º puxo, aperta o puxo	Interna	38
Agarra tubo em produção ao tubo auxiliar e empurra-o para a trançadeira	Interna	7
Espera pela saída do tubo do outro lado e insere-o na cabeça de extrusão exterior	Interna	10
Aumenta saída de material das extrusoras da camada exterior (rotações)	Interna	6
Abre puxo e corta tubo depois do puxo	Interna	12
Amarra tubo a ser produzido ao tubo que está no banho	Interna	34
Coloca tubo no banho, puxa a frente do puxo e aperta puxo	Interna	23
Coloca marcador na posição	Interna	14
Abre puxo antes do banho	Interna	5
Espera pela conformidade do tubo por análise visual	Interna	180
Começa enrolamento de tubo conforme	Interna	5
Total (min)		35,73

Anexo K – Manual de Operações de Setup – Helivil

Manual de Operações de SETUP - Helivil

Heliflex

INTRODUÇÃO

Operações Setup – Todas as atividades necessárias para proceder à mudança de produção.

Objetivo – Com este manual pretende-se reduzir o tempo necessário para a realização de todas as atividades das operações de *setup* e com isso:

- Aumentar a disponibilidade do equipamento;
- Melhorar o serviço ao cliente (prazos de entrega e quantidades);
- Reduzir *stocks*;

A criação das instruções e procedimentos padrão permite que o colaborador envolvido nas operações conheça as tarefas a realizar evitando assim a variabilidade das operações.

Tipos de Setup no Setor Helivil:

- Mudança de Interior – Diâmetro;
- Mudança de Fio Poliéster;
- Mudança de Cobertura – Diâmetro; Nº de listas;
- Mudança de Material.

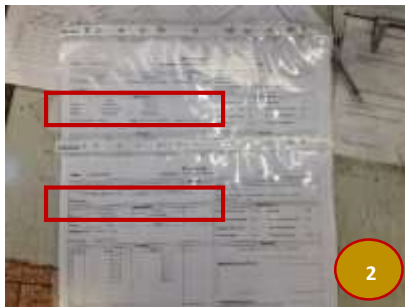






Mudança de Cobertura

Preparação do Setup

Esta instrução para a preparação do *setup* deve ser realizada 15 minutos antes de iniciar a paragem da linha de extrusão para posteriormente se realizar a mudança de ferramentas.

Alerta-se o colaborador envolvido na mudança para a total concentração durante a operação e foco na eficácia das tarefas, para que se consiga realizar a operação de *setup* de forma rápida, segura e com a qualidade necessária.

ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	
Trabalho Externo	
Preparação do Setup	
1- Ir buscar carro de apoio ao <i>setup</i>	    
2- Verificar ficha técnica do produto a ser produzido e comparar com ficha técnica do produto em produção	
3- Ir buscar nova ferramenta a montar e colocar em cima do carro de apoio ao <i>setup</i>	
4- Ferramenta a Trocar: Matriz; Cone; Teflon	
5- Colocar a ferramenta de apoio necessária em cima do carro de apoio ao <i>setup</i> <ul style="list-style-type: none">Ferramenta de Apoio Necessária:<ul style="list-style-type: none">Chave 3/8Chave 5mmChave 6mmChave 8 mm'Saca' do coneMarteloChave luneta 20/22Chave da MatrizArame auxiliar para limpezaAlicateÓleo c/ pincelPistola de arLuvas	
6- Levar carro de apoio ao <i>setup</i> para a zona de operação	
7- Ir buscar maçarico para a zona de operação (caso seja utilizada extrusora para lista)	
Depois do arranque da produção	
8- Arrumar todo o material de apoio no carro	
9- Limpar ferramentas desmontadas	
10- Guardar ferramentas no armário	
11- Deixar carro de apoio ao <i>setup</i> no local destinado	
12- Deixar maçarico no local destinado	

Mudança de Cobertura

Procedimento Padrão

#	ATIVIDADES SETUP/TAREFAS	
	Trabalho Interno	
	Paragem da Produção	
	Desmontagem	
	Operador 1	Operador 2
	As atividades 1-5 são realizadas caso a extrusora da lista esteja em utilização	As atividades 1-4 são realizadas no caso de existir a necessidade de troca de material
1	Desligar Resistência da Extrusora da lista	1 Retirar o material das tremonhas, onde for necessário
2	Retirar aperto da Extrusora da lista ao tubo de entrada (2 parafusos)	2 Arrumar contentores/big-bags do material utilizado
3	Afastar Extrusora da lista	3 Ir buscar material a utilizar
4	Retirar tubo com resistência da Extrusora da lista	4 Iniciar enchimento das tremonhas com novo material
5	Retirar tubo de entrada de material da lista na matriz	
6	Desligar resistência da Matriz (Zona C) e termocabo	
7	Retirar Resistência (1 parafuso)	
8	Retirar 'Bolacha' (4 porcas)	
9	Retirar Matriz (4 parafusos)	
10	Limpar Cone (material extrudido agarrado)	
11	Retirar Cone, com auxílio do 'saca' e martelo (2 parafusos)	
12	Limpar material extrudido dentro da cabeça	
13	Limpar material extrudido na entrada de material da lista	
	Montagem	
	Operador 1	Operador 2
14	Lubrificar interior da Cabeça e entrada de material da lista	5 Verificar os parâmetros das bobines do enrolador presentes na ficha técnica
15	Montar Cone, com auxílio do 'saca'	6 Alterar os parâmetros das bobines do enrolador caso seja necessário
16	Lubrificar Cone	
17	Lubrificar Matriz a montar	
18	Montar Matriz (4 parafusos)	
19	Montar 'Bolacha' (4 porcas)	
20	Verificar/Retificar 'parede exterior' (ajustar aperto dos 4 parafusos da Matriz)	
21	Colocar Resistência da Matriz (Zona C)	
22	Ligar Resistência (Zona C) e Termocabo	
	As atividades 23-28 são realizadas no caso de produção de um produto com lista(s)	7 Realizar tarefas de limpeza ao longo da linha e preparar a próxima produção
23	Enroscar tubo de entrada de material da lista na Cabeça	
24	Enroscar tubo com Resistência da Extrusora da Lista ao tubo de entrada de material	
25	Colocar Extrusora da lista na posição correta	
26	Apertar Extrusora ao tubo	
27	Ligar Resistência da Extrusora da lista	
28	Aquecer tubo de entrada (maçarico)	
	Arranque da Produção	

Formulário de Registo de dados para o cálculo do OEE

Linha: _____		Equipa: _____		Data: _____		Turno: 8h-16h <input type="checkbox"/> 16h-24h <input type="checkbox"/> 24h-8h <input type="checkbox"/>																																																																																																																	
8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h																																																																																																																
16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h																																																																																																																
00h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h																																																																																																																
00h	:30	:30	:30	:30	:30	:30	:30																																																																																																																
<table><tr><td>Produção</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ordem nº</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Código</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Tempo inativo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Setups</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Falhas no processo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Avarias</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Paragens Planeadas</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Formações</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Reuniões</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Paragem de linha (manutenção/falta de operador)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="8">Paragens planeadas total (minutos)</td></tr><tr><td colspan="8">Tempo Total (Produção + inativo + paragens planeadas)</td></tr><tr><td colspan="8">Tempo de Produção Planeado</td></tr></table>								Produção								Ordem nº								Código								Tempo inativo								Setups								Falhas no processo								Avarias								Paragens Planeadas								Formações								Reuniões								Paragem de linha (manutenção/falta de operador)								Paragens planeadas total (minutos)								Tempo Total (Produção + inativo + paragens planeadas)								Tempo de Produção Planeado							
Produção																																																																																																																							
Ordem nº																																																																																																																							
Código																																																																																																																							
Tempo inativo																																																																																																																							
Setups																																																																																																																							
Falhas no processo																																																																																																																							
Avarias																																																																																																																							
Paragens Planeadas																																																																																																																							
Formações																																																																																																																							
Reuniões																																																																																																																							
Paragem de linha (manutenção/falta de operador)																																																																																																																							
Paragens planeadas total (minutos)																																																																																																																							
Tempo Total (Produção + inativo + paragens planeadas)																																																																																																																							
Tempo de Produção Planeado																																																																																																																							
Produção total (minutos)																																																																																																																							

[illegible]

Anexo M – Instrução de trabalho Alteração Enrolamento

Instrução de Trabalho

Alteração de Parâmetros do Enrolador (Enrolador Calini 6)



1. Objetivos

Com este documento pretende-se auxiliar o operador durante a realização da operação com vista à eficácia da mesma e a sua correta realização.

2. Modo de Proceder

- Verificar na ficha técnica os parâmetros do enrolador (nº de voltas e diâmetro do tubo) e o diâmetro necessário na bobine para conferir o diâmetro interior ao rolo. Antes de iniciar ir buscar chave luneta 20mm.

2.1 Alterar parâmetros na consola



Tarefa 1: Ecrã principal. Selecionar F2 (seta indicada) para aceder à edição dos parâmetros



Tarefa 2: Selecionar comando indicado pela seta e definir o número de voltas



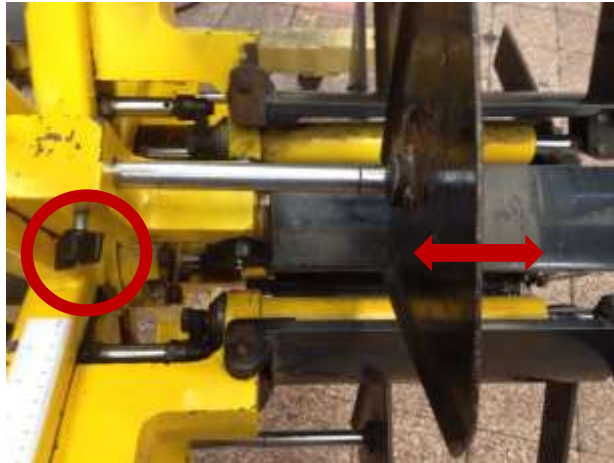
Tarefa 3: Selecionar F9 e em seguida proceder da mesma forma para definir o diâmetro do tubo. Selecionar F10 para voltar ao menu principal

Instrução de Trabalho

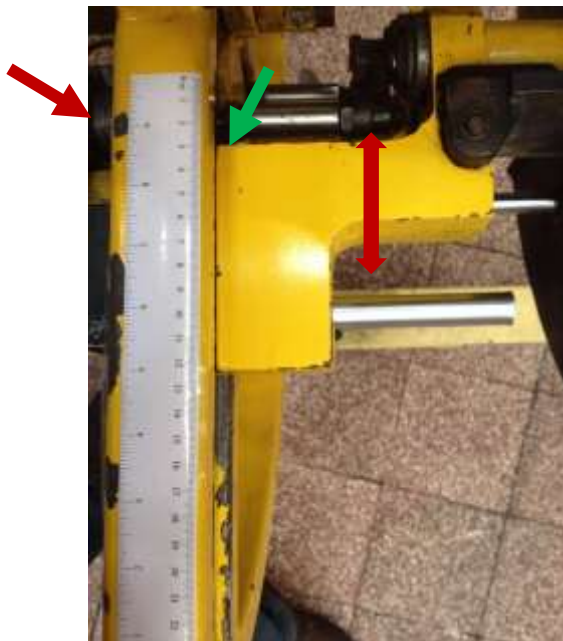
Alteração de Parâmetros do Enrolador (Enrolador Calini 6)



2.1 Alterar bobines



Tarefa 4: Despertar aperto rápido e posicionar 'braços' corretamente



Tarefa 5: Desapertar parafuso (chave luneta 20mm) e posicionar aberturas com auxílio da escala (0-25cm)

NOTA: O valor 0 cm na escala, representa o menor diâmetro possível da bobine (20 cm).

O posicionamento da abertura faz-se a partir do ponto da bobine indicado pela SETA VERDE. Esse ponto terá que ser posicionado na escala pela seguinte regra:

Diâmetro Necessário na bobine = X cm

$$\text{Posição do ponto} = \frac{X - 20}{2}$$

Ex: Quando o diâmetro necessário é: 26 cm

Posição do ponto é: 3 cm na escala.